

Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE ECONOMÍA

“LOS MODELOS MATEMÁTICOS Y  
LA SIMULACIÓN ECONÓMICA”

T e s i s

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Economista

WALTER REINAFARJE IBÁZAN

LIMA - PERU, 1978

## INDICE

### I INTRODUCCION

### II LOS MODELOS MATEMATICOS EN LA GESTION DE GOBIERNO, EN LA PLANIFICACION Y PROGRAMACION DEL DESARROLLO.

- a) El rol del Estado y la toma de decisiones en los aspectos políticos, sociales y económicos.
- b) Los modelos matemáticos como instrumento de apoyo en el logro de los fines y medios de la política económica.
- c) Los modelos matemáticos como instrumento básico de la programación económica.
- d) La planificación y la Investigación Operativa.
- e) Técnicas de uso frecuente en Investigación Operativa que pueden ser utilizados por un sistema de planificación

### III METODOLOGIA DEL PROCESO DE MODELACION.

- a) Los componentes de un modelo y los principales fenómenos que deben ser considerados.
- b) Condiciones de aplicabilidad de los modelos y la metodología de la información en el campo económico y social.
- c) Etapas del Modelo :
  - i. El diagnóstico
  - ii. El proceso del modelado
  - iii. Discusión y decisiones

- iv. Ejecución
- v. Evaluación

d) Tipos de Modelos Matemáticos: Econométricos, de Experimentación, de Simulación y de Optimización.

#### IV EL ANALISIS DE PREVISION ECONOMICO Y SU RELACION CON LOS MODELOS MATEMATICOS.

- a) Las proyecciones económicas y el uso de métodos tradicionales en la programación económica.
- b) Proyecciones económicas y análisis previsional.
- c) Los instrumentos del análisis de previsión.

#### V CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACION DE UN MODELO DE SIMULACION ECONOMICA PARA EL PERU.

- a) Características del Modelo de Simulación.
- b) Estructura del Modelo de Simulación:
  - i. Estructura general
  - ii. Los submodelos que lo conforman:
    - Producción
    - Consumo
    - Inversión
    - Demanda Final
    - Sector externo
    - Sector Público
    - Ahorro - Inversión

-- 4 . ...

- Ingreso y Producto
  - Financiero Monetario
  - Precios
  - Empleo
- c) Estructura de los Submodelos y las relaciones de interdependencia entre ellos.
- d) Banco de Datos del Modelo de Simulación.
- e) Características básicas del proceso técnico de la Simulación.

VI

CONCLUSIONES

## CAPITULO I                    INTRODUCCION

Este trabajo constituye una presentación en términos teóricos de la experiencia práctica del suscrito, lograda durante cerca de diez (10) años de labor en la formulación de Modelos Matemáticos para la Planificación del Desarrollo Nacional.

La Tesis que se desarrolla tiene como objetivo fundamental demostrar la importancia que actualmente tiene el uso de los Modelos Matemático en la Cuantificación y Simulación Económica, como instrumental científico que apoya adecuadamente las tareas de elaboración y evaluación de los Planes de Desarrollo, tanto para países desarrollados como subdesarrollados, que requieren de una efectiva programación económica.

Para cumplir con dicho objetivo se analizará :

- El rol del Estado cuando éste realiza una participación importante en la vida económica de un país, situación en la cual la toma de decisiones adquiere una gran complejidad y toma proporciones críticas cuando los recursos disponibles son escasos para alcanzar los objetivos del desarrollo nacional.

- La necesidad de utilizar los Modelos Matemáticos en la planificación del desarrollo, a través de la adopción de bases cuantitativos; lo que no es otra cosa que información numérica acerca de las relaciones causa-efecto de las alternativas de decisión; teniéndose en cuenta que estas bases cuantitativas, no

son la decisión por sí misma, sino que es una valiosa información que unida a conceptos de la teoría económica y al conocimiento de la realidad nacional, pueden conducir a una mejor aproximación en la toma de decisiones.

- La metodología del proceso de modelación, describiendo las diferentes etapas que son necesarias para cumplir con la elaboración de un modelo matemático: partiendo de la identificación del funcionamiento de la realidad nacional, para pasar luego a la representación matemática del sistema en estudio y, finalmente, derivar a la solución del modelo, mediante el cual se realizará la simulación económica requerida; considerando para tal fin las necesidades mínimas de información estadística para su implementación.

- La relación entre el análisis de previsión económica que todo proceso de planificación del desarrollo exige y los Modelos Matemáticos, describiendo la evolución que todo país experimenta al dejar de utilizar los métodos tradicionales de la programación económica para hacer uso de los Modelos Matemáticos en apoyo a la gestión económica de su gobierno.

- La definición y descripción de las relaciones de interdependencia entre los agentes económicos y las variables que deben ser consideradas en la formulación de un Modelo Matemático para la simulación de la economía peruana.

- Finalmente se presentan las Conclusiones que derivan de la presente Tesis, a través de las cuales se sintetizan los conceptos y razones que demuestran la importancia del uso de Modelos como instrumentos eficaces en la planificación del desarrollo.

## CAPITULO II : LOS MODELOS MATEMATICOS EN LA GESTION DE GOBIERNO, EN LA PLANIFICACION Y PROGRAMACION DEL DESARROLLO :

- a) El rol del Estado y la toma de decisiones en los aspectos políticos, sociales y económicos.

En siglos pasados la misión del Estado, se caracterizaba fundamentalmente ya sea por su tradicional función de recaudador de impuestos, como por la tarea de mantener el orden, hacer respetar el derecho y administrar justicia. Esta es la razón por la que la toma de decisiones en el ámbito administrativo estaban particularmente encuadradas en un marco estrictamente jurídico. Dada la evolución que en el mundo entero se viene desarrollando en los campos económico, social y político, desde hace algunas décadas el Estado ha venido incrementando conscientemente el ámbito de sus responsabilidades, originando así una mayor participación de si mismo en la vida económica del país.

Dada esta mayor participación, las decisiones que actualmente se toman en aspectos impositivos, salariales o crediticios, inciden de manera determinante en el desenvolvimiento económico de la nación, y sus efectos, según éstos sean positivos o negativos generan o no el bienestar general de la nación.

Este ciclo combinado entre lo económico y lo social se repite indefinidamente, realimentándose con más o menos flujo, de tal manera que



se van originando una serie de posibles estados de desarrollo, que se proyectan de manera continua entre un desarrollo considerable y el estancamiento o deterioro.

Es dentro de este contexto que surge la importancia y repercusión de las decisiones a nivel de gobierno, y por lo tanto la necesidad de un Plan de Desarrollo, el que debe estar elaborado de acuerdo con una definición adecuada y completa de los objetivos que se pretenden alcanzar, del diseño de una política de acción y del conjunto de estrategias que permitan el mejor uso de los medios disponibles.

Dada la limitación y/o escasez de los recursos disponibles frente a las necesidades reales de todo país en proceso de desarrollo, la eficiencia en la gestión de gobierno constituye en primer término un derecho, comprendido en la base legal correspondiente, la que le permite operar dentro del marco de acción nacional que le compete; y en segundo término, constituye un deber por las obligaciones emergentes de su papel rector y orientador de las actividades económicas y su responsabilidad para asegurar el bienestar general.

De esta manera la eficiencia consiste en lograr los mejores resultados con los recursos disponibles, lo cual se mide a través de las metas alcanzadas, Para la obtención de dichas metas es necesario programar y evaluar la acción gubernamental, con la finalidad de apoyar el mejor

logro en el uso de los recursos que son destinados a la actividad estatal. Un medio para obtener mayores beneficios a partir de dichos recursos lo constituye el uso sistemático del análisis cuantitativo adecuado, mediante el cual es posible comparar y evaluar diferentes alternativas de acción.

Asimismo, para que el uso de estos análisis apoyen significativamente a la gestión económica, se hace indispensable el desarrollo permanente de estos métodos analíticos y su aplicación más racional, lo que justifica la necesidad de utilizar los Modelos Matemáticos para lograr el mejor cumplimiento de la gestión gubernamental.

La complejidad que envuelve tal gestión se materializa al considerar los aspectos siguientes :

- i. El gobierno tiene responsabilidad total en la administración de algunos sectores económicos y sociales, incluyendo la selección de inversiones y la adecuada asignación de recursos en diferentes gastos corrientes.
- ii. En diversos casos estas responsabilidades son transferidas a otras entidades o instituciones, como son los gobiernos locales, municipalidades y empresas estatales o mixtas.
- iii. En algunas circunstancias la responsabilidad se distribuye entre el gobierno central y las autoridades de los gobiernos locales,

o entre autoridades públicas y empresas privadas.

iv. Finalmente, existen campos en que se maneja sin una aparente interferencia; sin embargo, el gobierno resulta responsable de la orientación de las inversiones mediante la fijación de las políticas crediticias, impositiva, salarial y, en consecuencia, es responsable también del fomento y desaliento de determinadas regiones y actividades productivas.

b) Los Modelos Matemáticos como instrumento de apoyo en el logro de los fines y medios de la política económica.

En la elaboración de una política económica, orientada hacia el desarrollo nacional, los Modelos Matemáticos son de gran utilidad. Si se tiene en cuenta que cada vez son más numerosos los países ya sean subdesarrollados o desarrollados, que siguen una política orientada hacia el fomento económico, se hace evidente en ellos la necesidad de estudiar con mayor profundidad los mecanismos del desarrollo, con la finalidad de formular una política adecuada; presentándose de esta manera la necesidad de un análisis e investigación científica, que debe llevarse a cabo en los problemas del desarrollo económico.

Por lo tanto, es necesario investigar la naturaleza de los problemas y fenómenos, que necesariamente deben ser considerados en el uso de los

Modelos Matemáticos para la planificación del desarrollo. Existen así dos clases de problemas, los analíticos y teóricos, y los políticos o prácticos. Así tenemos que por un lado los problemas de carácter analítico son los que comunmente se presentan en el análisis económico, en cuyo caso el objetivo es explicar el comportamiento futuro que tendrían las variables económicas, una vez que han sido conocidas una serie de datos. En cuanto a los problemas políticos es necesario precisar que son problemas en los que su lógica se encuentra invertida de cierto modo, debido a que los valores de las variables en cuestión se definen a priori, quedando de esta manera predestinadas las medidas a tomarse antes que empiece a funcionar el sistema, de manera tal que los efectos que se van a producir en algunas variables de la economía, se encuentran dados como objetivos a alcanzar; mientras que en los problemas analíticos hay que estudiar primero el sistema, para conocer luego cuáles son las variaciones y efectos producidos en dichas variables.

Si se tiene pleno conocimiento de los fines de una determinada política económica, es decir si se establecen algunos valores concretos a las variables que la conforman, serán éstas las variables objetivo, o en su defecto, si se hace máxima alguna función de ellas, ésta será una función de bienestar social.

Esta situación queda determinada a través de una política de desarrollo que define como metas a cumplir, el incremento de un porcentaje determinado de la Formación Bruta de Capital y el incremento aun mayor en la demanda de bienes industriales, o en su defecto, que el gobierno decida modificar la participación de los sectores económicos en la formación del Producto Bruto Interno, con la finalidad de obtener una oferta diversificada de bienes y servicios para elevar el consumo per-cápita de la población comprendida en los estratos de menores ingresos. En el primer caso, que está caracterizado por una serie de objetivos, es necesario que el número de instrumentos utilizados sea igual al número de objetivos; para el segundo caso, esta condición ya no es tan rigurosa. Sin embargo, debe existir por lo menos un grado de libertad, algo que elegir, ya que de otra manera no se podría hacer máximo nada. En estas circunstancias los Modelos Matemáticos sirven para ayudar a resolver ambos problemas, los analíticos y los políticos.

Para la elaboración de una política de desarrollo en base a la utilización de Modelos Matemáticos es necesario tener especial cuidado en el análisis y diseño de los mismos, así como en los fines y medios que caracterizan a dicha política de desarrollo; para lo cual hay que considerar que los fines pueden tomar la forma de unos objetivos fijos, o

en su defecto algo más flexible, caso éste último podría ser el de maximizar una función de bienestar. En realidad no existe contradicción en plantear el problema en estas dos formas, en principio los objetivos fijos deberán ser seleccionados con el propósito de que produzcan un máximo bienestar.

Frecuentemente, es muy atractivo para efectos prácticos establecer algunos objetivos fijos, principalmente en los aspectos políticos de corto plazo. Esto sucede así porque muchas veces no es posible explicitar adecuadamente una función de bienestar social, por lo que al consejero científico o el asesor no le resulta fácil sustituir por algo más preciso la elección intuitiva hecha por el política. Lo que sí puede hacer el científico con razonable exactitud, es derivar algunas afirmaciones sobre los valores instrumentales, que son capaces de producir una serie de valores de objetivo en cierta economía. En tal sentido, para un tratamiento más científico de los problemas de la política de desarrollo es necesario conocer el proceso de maximización que existe detrás de la elección de los objetivos, especialmente si se tratan de metas de largo plazo.

Así tenemos que la forma más general de plantear la política de largo plazo, consiste en establecer que aquí se trata de hacer máximo el bienestar social en un período sin fin; pero este bienestar depende de un

conjunto de variables económicas en todas las unidades de tiempo del período en cuestión. Es así que el problema es complicado por naturaleza, por lo que el planificador necesita simplificarlo en gran parte a través de una división del problema en fases o etapas, cada una de las cuales serán consideradas sucesivamente:

Por otro lado, generalmente, los planes de desarrollo de mediano plazo encierran dentro de sí especificaciones un tanto vagas en referencia a la política de corto plazo que se deben seguir, para alcanzar las metas propuestas en dicho Plan, de tal modo, que los resultados que se producen en la práctica indican que los eventos que ocurren en el corto plazo pueden ser de tal repercusión, que la economía termine por alejarse de lo que el gobierno ha establecido como metas a alcanzar.

Los vacíos dejados en dichos planes, vienen a ser cubiertos por los Presupuestos Económicos de los planes de corto plazo, cuya esencia tiene dos aspectos de importancia, los cuales se encuentran íntimamente relacionados. El primero consiste en hacer una previsión de lo que ocurrirá en la economía para un futuro cercano, bajo el supuesto de que se mantendrán las medidas de política establecidas, con el objeto de observar si el curso de las variables estratégicas son coherentes con los objetivos del Plan; y el segundo aspecto consiste en proponer las medidas correctivas que viabilizarán el curso de la economía con las

metas propuestas, para el caso de que se verifique un desvío con respecto a las mismas.

De esta forma en el primer y segundo aspecto se presupone que implícita o explícitamente, se está utilizando un Modelo Matemático, pudiendo ser éste contable o estar definido por un conjunto de relaciones estructurales entre las variables utilizadas, de manera tal que conociendo ciertos datos es posible predecir, con las limitaciones del caso, el curso de la economía.

c) Los Modelos Matemáticos como instrumentos básico de la programación económica.

Las aptitudes y conocimientos que exige la programación del desarrollo son diversos, generalmente el proceso consiste en estimar un número significativo de cifras, por lo que se hace necesario una gran capacidad organizadora, Por esta razón, es de gran importancia la forma en que trabajen las personas que han de participar necesariamente en la planificación, y de la misma manera, la forma en que sus actos se sucedan unos a otros y se combinen en el esquema general. Para el cumplimiento de esta tarea es conveniente establecer directrices centralizadas, en número y grado óptimo, para evitar las contradicciones que puedan producirse.



El cálculo de las cifras, asimismo, requiere de cierto número de habilidades diferentes, que comunmente no se presentan en un solo profesional, haciéndose necesaria la cooperación de gran número de especialistas, en distintas ramas de la técnica. También se requiere de la participación de los especialistas en economía, que se encuentren bien enterados de las perspectivas y peculiaridades del desenvolvimiento económico del país y muchas veces tendrán que trabajar en coordinación con los econométricos y estadísticos. Del mismo modo participarán los Sociólogos, especialmente cuando la industrialización llega a zonas que antes los desconocían, y si ello modifica la forma de vida de la que hasta ese entonces había sido población rural. En cuanto a los expertos en materia social y política intervendrán a su vez, para juzgar las prioridades que se van a otorgar en sus campos respectivos, cuando llegue el momento de modificar los sistemas de salarios, la política industrial, los seguros sociales y los sistemas de impuestos. Finalmente, queda una función especial para aquellos economistas que han de desempeñar la función de macroeconomistas. Esta función consiste en coordinar buena parte del trabajo realizado por los demás especialistas, considerando que principalmente, no sea una coordinación que esté enfocada solamente a orientar la organización del trabajo, sino en un sentido más abstracto, o sea, que estará encargado

de cuidar que el sistema de cifras que en último término constituye el Plan, no se origine ninguna contradicción o incompatibilidad.

Para determinar cuál debe ser la forma de llevar a cabo esta función, aunque en la práctica son muy numerosas, es necesario plantear un método ideal; método que es esencialmente matemático, o si se quiere, de carácter lógico. Así tenemos que el funcionamiento completo de un sistema económico, con todos sus detalles y complicaciones, y de los seres humanos que lo integran, pueden describirse mediante un Modelo Matemático, mucho más complejo de todos los que conocemos en la realidad; negar este planteamiento, equivale negar la posibilidad de tratar científicamente el funcionamiento de la sociedad. Para que un Modelo Matemático brinde los elementos de coordinación necesarios, es imprescindible contar con un mínimo de organización y administración adecuados, así como del conocimiento de la realidad bajo análisis.

Por otro lado, las cifras que constituyen el Plan, son los valores de cierto número de variables, específicamente de las variables endógenas del modelo; estos valores son el resultado, o en términos matemáticos, las soluciones del sistema de ecuaciones, dadas las variables exógenas, las variables endógenas correspondientes a períodos anteriores y los coeficientes.

En un principio todos estos valores son interdependientes, no siendo necesario encarar por un lado, a los planificadores sectorialistas que calculen las variables del sector industrial, citar por otro lado a los especialistas en cuestiones ganaderas, para que estimen las variables del sector correspondiente. Por lo tanto estas variables pueden ser calculados por un mismo técnico y/o planificador, que resuelva el sistema de ecuaciones, con la ayuda de un computador.

Esto no quiere decir, que una sola persona haya de reunir todos los conocimientos incorporados al modelo, los otros elementos de éste, pueden ser establecidos uno a uno, lo que permite la descentralización y especialización del trabajo, pero siendo recomendable que la elección de las variables se decida por deliberación conjunta. Pero la tarea de establecer una ecuación que describa la oferta de los productos industriales, no sólo puede encargarse al especialista en industria, sino que decididamente, debe ser él quien la construya. Y de la misma manera la formulación de las otras relaciones deben ser llevadas a cabo por los peritos correspondientes.

Comunmente la determinación efectiva de los coeficientes puede constituir un problema, cuya solución, requiera de un trabajo centralizado; pero la estimación a priori de los coeficientes, así como el juicio de los coeficientes obtenidos, por el método centralizado de

ecuaciones, es más efectivo dejárselo al especialista.

Es esta la forma razonable de la división del trabajo entre el macroeconomista coordinador y los especialistas; por lo tanto la lista de variables que van a ser incluidas en el modelo, debe basarse en la sugerencia de los especialistas y discutirse en común con ellos; en cambio la naturaleza de las ecuaciones y las variables que se van a incluir en la estimación a priori de los coeficientes, determinado por el sistema de ecuaciones, corresponden a los especialistas, cada uno en su propia especialidad. Por último, la determinación simultánea de los coeficientes, en la medida que sea necesario, y la solución de dicho sistema de ecuaciones corresponde al macroeconomista.

Resulta de esta manera que el trabajo de planificación, puede desarrollarse en forma más eficiente con la ayuda de un Modelo Matemático, no sólo en su aspecto teórico, sino que también en lo práctico. Esto no significa que la planificación pueda hacerse de otra manera, pues en la realidad la mayoría de los planes se han confeccionado sin la utilización de Modelos Matemáticos, dado que se utiliza entre los métodos tradicionales con todas sus desventajas, el método de tanteo en los diferentes niveles de la planificación, o en su defecto por métodos aproximativos de la planificación por etapas.

Sin embargo, es conveniente que el plan de desarrollo tenga por esqueleto un Modelo Matemático o en su defecto por una combinación de ellos en relación a diversas etapas, ya que un modelo proporciona indiscutibles ventajas cuyas características son la de un tratamiento sistemático, evitándose de esta manera contradicciones internas.

Estas ventajas están dadas en función de la producción indirecta, ya que con una variación relativamente pequeña en el costo, nos encontraremos en condiciones de operar otros cálculos, que nos permitan juzgar siquiera, algunos de los intervalos o límites de confianza, y poder así enjuiciar los efectos que se pueden producir, sobre las medidas distintas entre sí que se desea tomar, de acuerdo con las alternativas que para el caso sean considerados.

d) La planificación y la Investigación Operativa.

La Investigación Operativa, nacida en el campo militar, se extendió de manera rápida a los dominios civiles estatales y privados. Gran número de sectores, son actualmente objeto de su asesoramiento; agrícola-ganadero, comercial, industrial, investigación científica y bienestar social. En cada uno de estos campos se trata de asegurar la asignación óptima de recursos.

Esto es una consecuencia de dos circunstancias fundamentales :

- i. La limitación de los recursos existentes, para hacer frente a todos los requerimientos.
- ii. El tiempo imprescindible para poder llevar a cabo las transformaciones estructurales y las inversiones de capital que ellas demandan.

En los países en desarrollo la limitación de los recursos originan una serie de dificultades cuya cuantificación resulta fundamental para poder resolver eficazmente el problema del desarrollo. Esto busca solución a través de la elaboración de planes de acción.

Un Plan es un conjunto adecuadamente coordinado y sostenido de esfuerzos tendientes a acelerar el crecimiento o a mantener su ritmo si el mismo es elevado, suministrándole la mayor regularidad que sea posible, y el logro de las metas definidas apriori. Los que son reconocidos como elementos básicos para los planes de desarrollo a nivel nacional o regional son los siguientes :

- i. Establecer metas compatibles para lograr durante el período proyectado, el aumento de la capacidad de producción en la industria, la agricultura, la minería, los transportes, la energía, las comunicaciones, el mejoramiento de las condiciones de vida en las zonas urbanas y rurales, incluso el progreso en materia de vivienda, educación y salud.

- ii. Definir los métodos para alcanzar los fines que se persiguen, incluso las medidas específicas y los proyectos principales . Los Proyectos concretos de desarrollo deben justificarse en términos de la relación entre los costos y los beneficios e inclusive, su aporte a la productividad social.
- iii. Tener en cuenta las medidas que se adoptarán, para dirigir las operaciones del sector público y para estimular la acción privada en apoyo del programa de desarrollo.
- iv. Establecer el costo estimado de los proyectos en moneda nacional y extranjera y del progreso del desarrollo en su conjunto, año por año, durante el período que abarque el programa .
- v. Determinar los recursos naturales públicos y privados que se consideren disponibles para ejecutarlos.
- vi. Considerar los efectos directos e indirectos del programa sobre la balanza de pagos y los medios de financiamiento externo público y privado que se estima necesario para implementarlo.
- vii. Definir las orientaciones básicas de la política fiscal y monetaria, que han de seguirse para permitir la realización del programa dentro de un sistema de estabilidad .
- viii. Fijar el mecanismo de la Administración Pública, inclusive las

relaciones con los gobiernos locales, los organismos descentralizados y organizaciones no gubernamentales, como las laborales, cooperativas e instituciones comerciales e industriales, que se ejecutarán para orientar el programa, adaptándolo a los cambios de las circunstancias y evaluación del progreso realizado.

En realidad el planeamiento representa una filosofía del pensamiento económico y político, mediante la cual se reconoce que el libre juego de las fuerzas económicas no es suficientemente eficaz para resolver los problemas de desarrollo.

Para que los Planes sean eficaces resulta indispensable que se basen en análisis objetivos, en la situación económica y social del país y en sus perspectivas inmediatas. Es conveniente que los planes de corto plazo no se limiten a las consideraciones de inversiones y medidas de política económica que produzcan resultados visibles inmediatos, sino que tengan presente en forma particular los elementos que han de producir resultados en un período mucho mayor y que previsiblemente han de abrir nuevos rumbos para la expansión económica y el mejoramiento social.

En esta imperiosa necesidad de cuantificación nos encontramos con la posibilidad de emplear herramientas más adecuadas para poder cumplir la acción más eficientemente. Así tenemos, que la Investigación



Operativa, presenta distintos matices que separan la naturaleza de los problemas a los que puede ser aplicada. Mientras que en los países altamente desarrollados las grandes complicaciones de la economía ordinariamente restringen las aplicaciones de Investigación Operativa a la escala tática del planeamiento económico en una industria, en un servicio o en relación con una industria específica, la estructura menos sofisticada de una economía emergente aumenta la posibilidad del empleo de Investigación Operativa exitosamente a nivel estratégico.

Antes que el planeamiento pueda ser aplicado efectivamente a una economía en escala nacional, es un requisito tener una completa comprensión de la forma en que la economía actúa en su totalidad. Sería posible predecir cómo medidas económicas aplicadas a nivel nacional, por ejemplo control de precios, tarifas, tasas de interés o impuestos, podrían afectar la actividad económica y cómo actuarían sobre los distintos sectores de la economía. Sin embargo, muchas predicciones no pueden ser hechas con gran seguridad. Muchos economistas atribuyen sus dificultades a los numerosos factores y a las complejas relaciones existentes, algunos sienten además, que esto es debido a la falta de una teoría consistente. La ausencia de una teoría adecuada sobre los fenómenos económicos nacionales es la circunstancia mas

propicia para la acción de la Investigación Operativa. La técnica standar que ella usa es la construcción de un apropiado Modelo Matemático, con introducción de una estructura y terminología precisa que sirva, primeramente, como un efectivo medio de comunicación y que a través de un proceso de realimentación ayude a los especialistas a llegar a una comprensión integral del trabajo en estudio.

En el área de la planificación nacional los problemas son con frecuencia defectuosamente formulados y no resultan del tipo para los cuales pueden establecerse técnicas de optimación sin considerable trabajo preliminar. Los analistas de Investigación Operativa, utilizando ciencia, tratan de ayudar al ejecutivo a mejorar la eficiencia de su decisión, en una situación en la cual cada uno tiene una aproximada buena idea de lo que significa "más eficiente".

- e) Técnicas de uso frecuente en Investigación Operativa, que pueden ser utilizadas por un sistema de planificación.

En la época actual, existe una mayor participación del Estado, en los aspectos sociales, económicos y políticos, y por lo tanto se produce una gran complejidad en la toma de decisiones a nivel de gobierno, esto hace necesario en muchos casos, disponer de bases cuantitativas que permitan una mejor aproximación en el logro de los objetivos definidos por la política general del Estado.

Cabe destacar, que el concepto de bases cuantitativas, consiste, en información numérica acerca de las consecuencias producidas por las variaciones dentro de las alternativas, en los elementos de decisión . Además, algunas bases cuantitativas introducen el concepto de optimización, es decir: qué hacer, en qué medida y en qué momento, para que los objetivos programados sean cumplidos en la mejor forma posible. Dada la importancia de esta base cuantitativa, se crea la necesidad de la utilización de Investigación Operativa y Econometría, como ciencias cuyos objetivos son preparar Modelos Matemáticos para el logro de dichos elementos de decisión.

Es así como la Investigación Operativa, crea las condiciones suficientes y necesarias para la llamada modelación o confección de modelos simuladores, para representar tal o cual sistema, entendiéndose ésta , como un proceso de pruebas y ajustes, que concluyen definiendo entre otras cosas, la cantidad y calidad necesaria de información para la aplicación del modelo.

Esta disponibilidad de información, los planes a largo, mediano y corto plazo, como los proyectos en general, permiten el uso de las siguientes técnicas de la Investigación Operativa:

Programación Lineal :

Objetivo: Maximizar utilidades o minimizar costos, de una

combinación de alternativas, que compiten en recursos, en restricciones técnicas, y se encuentran ligadas por relaciones lógicas.

Programación no Lineal :

Objetivo: Similar al anterior, pero con relaciones más complejas.

Programación Dinámica :

Objetivo: Qué hacer en el siguiente período de decisión, observando tentativamente, las consecuencias y limitaciones, que éste traería en el horizonte económico.

Simulación :

Objetivo: Construcción de modelos lógicos matemáticos, capaces de representar situaciones que se producen en el mundo real, con el objetivo de tener un sistema, en el cual se pueda ensayar libremente nuestras decisiones a priori, para evaluar ciertas alternativas de decisión.

Modelos de Correlación :

Objetivo: Permiten determinar en qué medida y bajo qué esquemas matemáticos, ciertas variables determinan el comportamiento de otras.

### Modelos Heurísticos :

Objetivo: Introducir conceptos de sentido común, como función lógica, que nos ayude en la búsqueda de soluciones de algunas situaciones complejas.

### CAPITULO III : METODOLOGIA DEL PROCESO DE MODELACION

- a) Los componentes de un modelo y los principales fenómenos que deben ser considerados.

Un modelo comprende los siguientes componentes :

- i. Una serie de variables subdivididas en conocidas y desconocidas o endógenas y exógenas.
- ii. Un conjunto de relaciones de interdependencia o ecuaciones de equilibrio, ecuaciones de comportamiento y ecuaciones técnicas e institucionales.
- iii. Los coeficientes, los cuales describen la intensidad con que una variable afecta a la otra, a través de un vínculo determinado.

Los componentes que conforman un modelo ideal hipotético de la sociedad, pueden utilizarse para analizar el proceso de planificación y la función coordinadora que el macroeconomista desempeña dentro de él.

La elaboración de estos Modelos Matemáticos deben estructurarse en la medida que ofrezcan una visión del proceso de desarrollo y la posibilidad de ser aplicado a la realidad del país.

En razón de que estos modelos fundamentalmente están orientados a

expresar el funcionamiento económico deben poner de relieve en primera prioridad los fenómenos de producción, o sea, el aspecto material del fenómeno del desarrollo, enfocando los dos problemas fundamentales, el de la producción y el de los productos.

En lo que se refiere a los factores de producción habrá que considerar especialmente el capital y el trabajo; así como el factor tierra.

En los procesos de producción y desarrollo, posee importancia central, la relación entre la cantidad obtenida de producto y las cantidades utilizadas de factores, o sea, la función de producción.

Generalmente es necesario distinguir cierto número de industrias o procesos diferentes correspondientes a otros tantos productos, al momento de plantear los objetivos de la planificación. Pudiendo ser estos sectores que no estén caracterizados o definidos sólo por su cifra de producción, sino también por sus cifras en relación a la exportación e importación de dicho producto, tomando en cuenta también las cifras correspondientes a los usos que se hayan hecho del producto; es decir que es necesario analizar con especial cuidado, el consumo final y la inversión o utilización como factor, en la elaboración de algún otro producto, en el período que se está tratando.

También hay que tomar en cuenta que un modelo está conformado por varios sectores, lo cual es determinante de la complejidad tanto en

la elaboración como en el manejo de dicho modelo, o lo que puede suceder, es que el número de sectores productivos varía, lo cual es bien natural en un proceso de desarrollo.

Y, en última instancia hay que tener en cuenta los sectores destinados a la exportación; los sectores que orientan su producción, a la economía nacional interna; y en las realidades en donde se tiene regiones distintas habría que distinguir los sectores regionales.

En cuanto a los fenómenos de importancia en el proceso de desarrollo, que hay que considerar son: La inversión, ya que ningún modelo puede carecer de esta variable económica debido a la importancia que tiene la Formación Bruta de Capital en todo proceso económico.

Otro fenómeno de gran importancia es la diferencia de los "períodos de gestación" entre los diferentes sectores, lo que significa que el proceso de inversión puede requerir un tiempo mucho mayor en unas industrias que otras, por lo que hay que mantener especial atención en las consecuencias derivadas de esas diferencias en los períodos de gestación.

En lo que se refiere a los precios, éstos se utilizan para el cálculo de la evolución o variación real de las variables económicas consideradas, a través de la deflactación de las mismas, utilizando el deflector correspondiente a dicha variable.



Asimismo, se debe tener en cuenta el movimiento de los precios relativos, siendo éstos mucho más importantes para la estructura de la economía, aunque en la mayoría de los casos no son explícitos ni fáciles de calcular. De todas formas este aspecto del problema debe tomarse en cuenta en la programación del desarrollo para ciertos casos, especialmente cuando existe la posibilidad de que los precios relativos cambien a consecuencia de la expansión experimentada por algunas ramas de la producción; en consecuencia es necesario formular con una mejor precisión las circunstancias en la que resulta apropiado, el supuesto de la constancia de los precios.

En primer término este supuesto se hace justificable, cuando los niveles de precios están determinados en su mayoría por el mercado mundial, y por consiguiente el programa del país no puede influir mucho en ellos.

Esto, se cumple siempre y cuando, la oferta nacional de los bienes en cuestión, sea pequeña en comparación con la mundial y que además exista la posibilidad de comerciar libremente. Este supuesto ya no rige cuando las transacciones son cortadas por restricciones graves, ni cuando los costos de transporte son muy elevados.

En segundo término, otra razón para no suponer cambios importantes en los precios relativos, descansa en que el objetivo mismo de la

planificación, consiste en mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda, y por consiguiente en cierto sentido se supone que las variaciones en los precios son innecesarios; pero esta razón no es válida si se tiene en cuenta que el proceso de desarrollo da origen a grandes economías por la producción en gran escala.

Es así como en algunos modelos los precios pueden figurar explícitamente a manera de variables, para tratar los casos en que es evidente que el programa mismo puede ser causa de que los precios varíen.

Por último, el fenómeno de la sustitución, debe ser considerado e introducido en los modelos en forma explícita o implícita, tales como la sustitución del consumo futuro por el consumo presente o sustitución en el tiempo, para lo cual hay que considerar que la tasa de ahorro no es constante.

Una segunda forma de sustitución se da en los factores de producción, pudiendo ser ésta la sustitución entre el capital y el trabajo.

Por último, una tercera forma de sustitución puede ser la que está relacionada con el comercio exterior.

b) Condiciones de aplicabilidad de un modelo.

Los Modelos Matemáticos de que haga uso la planificación y especialmente en los países sub-desarrollados han de ser aplicables en

función de las limitaciones y el alcance del modelo formulado, pero sin embargo, éste debe ser completo, de manera que abarque toda la economía sin dejar de lado ningún fenómeno de importancia decisiva y a de ser bien elaborado, en el sentido de que los elementos del mismo estén estructurados de acuerdo a la realidad.

Ahora bien los coeficientes que se utilicen tienen que ser más o menos conocidos de antemano, sin la necesidad de cumplir con una investigación muy amplia para determinar a priori estos coeficientes.

El modelo debe ser manejable por aquellas personas que van a trabajar con él; esta cuestión depende en parte por la calidad del personal de que dispongan los organismos de planificación. En realidad los modelos no deben ser ni difíciles ni muy alambicados, para que también sean comprensibles, siquiera en cierta medida, para quienes van a utilizar los resultados de la planificación, especialmente los políticos a los cuales hay que presentar y explicar los propósitos de la planificación.

Asimismo, cabe señalar que los resultados de la planificación en términos de cuantificación de metas, deben ser realistas; y para que esta condición se cumpla es necesario entre otras cosas, que la información estadística sea coherente y consistente.

Para lograr estas condiciones referidas a la información estadística,

es necesario que la misma sea elaborada en función de los requerimientos del Modelo Matemático y de acuerdo con las siguientes etapas :

- i. Identificación de los datos: esta etapa se refiere a los datos que hay que obtener, tales como indicadores económicos, sociales, políticos y otros.

En el campo económico se trata de identificar aquella información que exprese cuál es la realidad de los niveles, montos y/o volúmenes de la producción, la inversión, los componentes del comercio exterior, las potencialidades que presenta el país a través de terrenos cultivados, terrenos por cultivar, etc.

En el campo social se trata de identificar información referida al índice de nutrición de la población, los niveles de empleo y desempleo del país, la población económicamente activa, la prestación de servicios en educación, salud, vivienda, seguridad social y otros.

- ii. Obtención de los datos: Para cumplir con esta etapa hay que realizar censos y muestreos, los que son diseñados de acuerdo con los requerimientos de información debidamente identificados, según sea el uso que se les va a dar.

Pueden ser censos a nivel nacional, censos para recopilar información demográfica o de tipo económico. Asimismo, se

Llevan a cabo encuestas en razón de que dado los costos de un censo no es posible realizarlos con mucha frecuencia; estas encuestas se realizan de acuerdo a una buena selección de una muestra del universo que se desea estudiar, a través de un relevamiento de información sobre las variables que han sido seleccionadas

- iii. Elaboración y presentación de los datos: Esta etapa se realiza a través de una serie de métodos y técnicas que actualmente están evolucionando al campo de lo que actualmente se denomina Informática; es decir, la tecnología que comprende el diseño y gestión de los sistemas de información para la toma de decisiones, mediante la utilización de equipos automatizados, con el apoyo de la Ingeniería de Sistemas y lenguajes y programación en computadoras para obtener y procesar la información de una forma mucho más rápida y eficiente, mas coherente y consistente. Una vez elaborada la información, su presentación puede hacerse en términos de Cuentas Nacionales, Tablas de Insumo-Producto, Inventario de Proyectos de Inversión, Balance de Materiales Críticos, y otros.

En cuanto a Cuentas Nacionales se refiere, éstos presentan datos de un conjunto de variables que registran la situación pasada y presente según los niveles que han alcanzado dichas

variables en términos de producción, cuentas fiscales, balanza de pagos, datos demográficos, etc.

Las Tablas de Insumo Producto, presentan información respecto a las relaciones interindustriales que se producen entre los diferentes sectores que conforman la estructura económica y social de un país, registrando las compras y ventas de insumos nacionales e importados entre los sectores, así como el destino de la producción intermedia hacia la demanda final.

El Inventario de Proyectos de Inversión presenta datos que hacen posible la elaboración del Programa de Inversiones que comprenden los planes de desarrollo.

Este Inventario consta de un conjunto de registros que contienen información de los proyectos de inversión respecto a los montos que se destinan a estudios, obras y equipos.

Por último, el Balance de Materiales presenta el resultado del análisis entre la demanda y la oferta, o el consumo y la producción de determinados bienes; tal puede ser el caso de un análisis entre las necesidades de cemento y la capacidad nacional de producción, y que de acuerdo con los programas de construcción se estima si dicha producción abastecerá o no esa demanda; para identificar así, ya sea la brecha deficitaria,

para conocer la cantidad de cemento que habría que importar, o en su defecto, si se produce un superávit, conocer la cantidad de cemento que habría que destinar a la exportación.

iv. Utilización de los datos: Esta es la última etapa de la metodología de la información, y se refiere a la forma como son usados los datos obtenidos. Fundamentalmente, la información estadística en la planificación del desarrollo es utilizada en la elaboración del Presupuesto Económico, el Presupuesto del Sector Público, el Presupuesto de Comercio Exterior, el Programa Monetario y el Programa de Inversiones.

c) Etapas del modelado.

En realidad en la práctica, no existe una teoría general para el proceso de modelar, aunque se dan ciertas etapas básicas, como son :

- . Formulación del problema.
- . Construcción de las relaciones de interdependencia entre las variables, o sea la estructura del Modelo Matemático, para representar el sistema en estudio.
- . Derivar una solución del modelo.
- . Probar el modelo y la solución derivada del mismo.
- . Establecer controles sobre la solución
- . Poner la solución a trabajar.

Es así como los especialistas reconocen que en virtud de la naturaleza tan particular de los Modelos Matemáticos, se requiere mucho ingenio, imaginación y una actitud flexible para incorporar cualquier innovación. Por lo tanto, es imposible considerar estas etapas como fijas y es lógico aceptar más excepciones a estas reglas.

Por otro lado, la característica que presentan los países sub-desarrollados, en lo que se refiere al estado del desarrollo, la falta de conciencia científica de los ejecutivos, la falta de recursos, la multiplicidad de problemas inmediatos, la escasa información estadística, hacen que todos los esfuerzos se concentren en producir, y que la investigación no se vea como muy necesaria aún, pues se piensa que conduce a un derroche de dinero, indispensable para otros propósitos.

Por estas razones, las consultas o trabajos en el campo de la formulación de Modelos Matemáticos son más bien de tipo convencional, y los ejecutivos no muestran ningún interés por trabajos encaminados a la construcción de un modelo operacional. Desean respuestas concretas a corto plazo, recomendaciones y criterios que tengan efectos sensibles sobre los problemas de urgente solución. Los modelos pueden requerir trabajos con una duración de uno o más años de investigación.

En cuanto a las fases en la construcción de Modelos Matemáticos, ya sea para que el uso de estas técnicas, estén dirigidas al logro de una



eficiente planificación y programación del desarrollo de un país, como para aplicaciones en el campo industrial; es conveniente partir de un marco general, para que de esta manera el trabajo se pueda desarrollar con mayores posibilidades de éxito. Las siguientes son las fases que deben cumplirse :

- i. El diagnóstico
- ii. El proceso del modelado
- iii. Discusión y decisiones
- iv. Ejecución
- v. Evaluación

El diagnóstico :

- i. Consiste en precisar la naturaleza, magnitud y variedad de los problemas que afectan al país, unidad o empresa. Se logra esto en base a un plan particular, cuyo objetivo es conocer en forma detallística la realidad a que va a estar dirigida la investigación.

La importancia del diagnóstico, es que incorpora al investigador a la organización y lo familiariza con las modalidades del sistema. Paralelamente hay que leer todo lo que se encuentra sobre el problema que se está tratando, ya sean, informes económicos, de mercado, de procesos, aspectos sociales, etc.; con esto empieza el sistema

a adquirir vida. En realidad esta fase es muy intangible, pero en la medida que se compenetra del sistema y de sus problemas, se conseguirá el apoyo y ayuda que se requiere para el trabajo. También se puede confeccionar una lista de problemas y analizar las interrelaciones entre ellos, agruparlos y estudiar prioridades.

Simultáneamente, con la construcción del modelo, otros problemas pequeños pueden ser resueltos de tal manera que complementen, haga más efectivo y dinámico el proceso del modelado. En resumen, el diagnóstico permite al técnico conocer el problema y le facilita clasificar las dificultades para poder hacer un proyecto de trabajo y estimar duración y costo de los mismos.

ii. El proceso del modelado :

Esta etapa es la fundamental y más fascinante del investigador. La parte creativa reside en desarrollar un modelo o descripción matemática del sistema, de tal manera que refleje las características más importantes del proceso (Generalmente, en su resolución se emplea una computadora digital). Sirve para interrelacionar variables importantes del proceso y proveer los medios para optimizar las operaciones que comprende el sistema del que se está tratando. El desarrollo de un modelo útil dependerá del conjunto de información disponible: cuantitativo, semi-cuantitativo y de naturaleza cualitativa. Dependiendo

del sistema o proceso envuelto, si el Modelo Matemático para la computadora será lineal o no, y si puede representar condiciones dinámicas o fenómenos estables. La derivación del modelo dependerá de la información disponible y de la manera que deberá ser usada. La precisión de la información almacenada nos hará reconocer que solamente un modelo aproximado es necesario construir inicialmente. Tampoco podemos pretender incluir todas las variantes, restricciones del sistema, pues el arte de modelar, hace que el investigador haga una selección de variables representativas. Lo que conduce a un modelo aproximado con una dimensión directamente proporcional al complejo en estudio. Las discrepancias entre las predicciones y los valores reales de las operaciones sirven para actualizar el modelo. La computadora puede contener un programa que permita controlar el sistema y comparar las predicciones del modelo con los resultados de las operaciones. Estas confrontaciones deben ser efectuadas regularmente, para asegurar que el modelo se mantenga tan próximo como sea posible al sistema. El objetivo es construir un primer modelo aproximado, sencillo de operar y que sea representativo del sistema. Este primer modelo empieza a concebirse solamente después de un estudio detallado del sistema como un todo.

Es de gran ayuda para encontrar un modelo efectivo de control, construir ecuaciones que describan los siguientes aspectos :

- . Relaciones de balance
- . Relaciones de transformación
- . Restricciones y limitaciones
- . Objetivos y esquemas de optimación

El grado de aproximación y de detalle con que se manejen los aspectos anteriores, es una cuestión que viene posterior al dominio que se tenga del sistema .

. Relaciones de Balance : Se derivan del diagrama de flujos un número de funciones elementales, descomposición del sistema en un determinado número de "actividades", operación u operaciones elementales, que forman el proceso en estudio .

Cada tipo de actividad se concibe como una "caja", que insume cosas tangibles, flujo medible en alguna unidad convencional, dinero, materiales, gases, etc. Sale de la caja un producto elaborado o semi-elaborado. Lo más importante es simplificar la actividad a dos mediciones, la del insumo y la del producto, sin desconocer totalmente lo que sucede en la actividad. Para los fines del modelo no interesa todo el detalle de la transformación que ocurre en la caja .

De esta manera se selecciona un conjunto de actividades del complejo, que son representadas por cajas; estas cajas según el proceso o condiciones de funcionamiento del sistema tratado, estarán interrelacionadas. Para definir estas relaciones y el grado de simplificación a adoptarse, es necesario analizar actividad por actividad, seleccionando la unidad para medir la cantidad que fluye por la actividad. Para aumentar el nivel de la actividad, será necesario incrementar el flujo que entra y sale de la caja. (Insumo y Producto).

Esta variación, proporcional o no, entre el insumo y el producto, se representa por una variable matemática: "variable de decisión". Lo cual define en sí un modelo de política, porque se plantean diferentes alternativas y niveles de decisión, con miras a alcanzar los objetivos programados en la planificación del desarrollo del país.

Si todas estas variables de decisión, representan variaciones proporcionales entre los insumos y los productos, estos problemas se describirán como modelos lineales, y será suficiente conocer los flujos para un nivel unitario de la actividad.

Esta información se condensa en forma de una matriz, la cual es denominada "matriz de insumo-producto". La forma de esta matriz nos dará la primera idea del grado de agregación que estamos

utilizando, además la estructura de la matriz nos mostrará sub-matrices importantes, qué porcentajes de los insumos son secundarios y cuáles pueden despreciarse en este primer modelo. Como esta matriz de balance de materiales es física y no económica, es posible despreciar insumos o productos secundarios; tienen únicamente por objetivo, llegar a un primer modelo sencillo, que manejará sólo variables primarias e importantes; pero esto no significa de ninguna manera que también se van a despreciar los insumos o productos en el sentido económico. En etapas posteriores sus valores serán agregados a los costos de producción de estas actividades primarias o fundamentales del proceso.

En resumen, las relaciones de balance permiten hacer una primera matriz de insumo-producto, homogeneizada por unidad de producto producido por actividad.

. Relaciones de transformación: Las relaciones de transformación expresan aspectos esenciales en los fenómenos y cambios que ocurren dentro del contorno del dominio de las variables de decisión del sistema, proporcionando las bases para manipular las variables que son controlables y que puedan compensar los cambios que inevitablemente ocurren en las otras variables fuera de control. Variables endógenas se denominan a las primeras y exógenas a las otras.

Las interrelaciones entre estas variables son a menudo parcialmente comprendidas, lo que significa que las decisiones frecuentemente se basan en información no del todo exacta.

Así tenemos que, una relación de transformación en un modelo puede plantearse primero analíticamente como una función :

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_u)$$

En donde  $Y$  es un parámetro del sistema. Las  $x_i$  corresponden a variables del sistema, en cuyo análisis se han encontrado que son importantes para la determinación de todo un proceso de evolución, crecimiento o desarrollo.

La razón que se tiene para utilizar el parámetro  $Y$  en el primer miembro, se evidencia en la próxima ecuación que define la relación de balance o equilibrio en términos del mismo parámetro:

$$Y = p$$

escribiendo en esta forma ambas relaciones, se las puede interrelacionar y proporcionar las condiciones necesarias para el Modelo Matemático. Conocidas estas funciones es posible calcular tasas de producción u otras medidas de rendimiento del proceso para condicionar cualesquiera de las alternativas o políticas a seguir.

Por último, combinando estas relaciones con las restantes ecuaciones determinadas en el resto del análisis del sistema, puede-

mos establecer las ecuaciones matemáticas que representan las condiciones de cambio y transformación de acuerdo a las políticas planteadas en el proceso de desarrollo.

Se debe notar que la validez de estas ecuaciones reside en un análisis empírico de los datos sobre el desenvolvimiento del sistema. Los métodos de regresión lineal podrán usarse para los aspectos en que el sistema presente condiciones de estabilidad; caso contrario se tendrá que utilizar funciones no lineales, en cuyo caso un exitoso método gráfico puede mencionarse como un procedimiento alternativo.

En resumen, se seleccionan actividades fundamentales que componen el sistema. Estas tendrán determinadas interrelaciones definidas por los flujos que entre ellas ocurren, de tal modo lo que entra en la caja es un insumo y lo que sale es un producto. Si este análisis es realizado en forma sistemática, teniendo conocimiento pleno del mecanismo y funcionamiento del sistema y a la vez se cuenta con la asesoría de técnicos y profesionales especializados, se conducirá finalmente a la construcción de un Modelo Matemático que esté más próximo a la realidad, que sea manejable y que permita cumplir con los objetivos programados.

Es de gran importancia que después de haber definido



un cierto grado de detalle que representará la agregación que se ha contemplado en relación a cada actividad en el modelo, es necesaria la confección de la matriz de Insumo-Producto del sistema, para poder detectar en forma cuantitativa las interrelaciones numéricas de las relaciones de balance por sectores y las transformaciones cuantitativas entre ellas. El detalle de esta matriz debe estar relacionado con el grado de agregación definido anteriormente.

. Restricciones y limitaciones : Las restricciones y limitaciones, casi siempre están relacionadas con los niveles de las actividades, que podrán ser estáticas o dinámicas; así por ejemplo la limitación de capacidad de la actividad  $j$  estará representada por la inecuación :

$$0 \leq X_j \leq c_j$$

en donde  $X_j$  es la variable de decisión de la actividad  $j$  y  $c_j$  es la capacidad máxima de producción. Diversos problemas hay que enfrentar cuando hay que determinar el valor de  $c_j$ , ya que en la mayoría de los casos se obtiene la capacidad máxima de producción, pero no la capacidad máxima de trabajo.

. Objetivos y esquemas de Optimización: Por último, en cuanto a los objetivos, éstos se pueden cuantificar agregando al sis-

tema de ecuaciones una función objetivo, como usualmente se le denomina de la siguiente forma :

$$X = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots\dots\dots c_u x_u$$

pudiéndose someter esta función a diversos criterios de optimación. En cada caso el Modelo Matemático podrá dar una solución óptima, infinita o ninguna.

En la práctica, se presentan múltiples problemas en la evaluación de estos coeficientes, no se conocen con exactitud, pueden variar o tomar valores diferentes, pueden ser aleatorios, etc.

Cuando se desea maximizar una función, como por ejemplo la función de producción, se tiene que definir los coeficientes  $C_i$ , y si deseáramos minimizar los costos de producción, los  $C_i$  corresponden a los costos asociados por unidad de producción de la actividad ( $i$ ). En este caso es necesario la determinación o fijación de los parámetros  $C_i$ , pero en la práctica ocurre que, hay que hacer los cálculos en detalle, pues la información que registran no es apropiada para hacer buenas estimaciones. Es preferible analizar actividad por actividad y estudiar los costos para clasificarlos, siendo algo difícil hacer esto, pues hay que apartarse un poco de las convenciones académicas y registrar sólo los costos que varían proporcionalmente con los niveles de la actividad. En realidad, lo que interesa es un valor

proporcional a los costos incurridos en producir una unidad de la actividad en estudio.

También existen otros problemas que se relacionan con la variación de los precios en el largo plazo, así tenemos que en los países desarrollados, éstos varían muy aliatoriamente y los costos se conocen bastante bien debido al grado de desarrollo de sus centros de procesamiento de datos y a su organización eficiente. En cambio, en los países sub-desarrollados sucede todo lo contrario para determinar los costos con exactitud, por existir un registro inadecuado para los cálculos, un sistema mecanizado en desarrollo y una mala organización.

. Discusiones y Decisiones : Terminado el proceso de construcción del modelado, viene la discusión sobre los resultados de las pruebas efectuadas, una vez que el modelo haya sido programado para ser calculado por un computador. En estas discusiones se pretende conocer al detalle el trabajo realizado y cuáles son las interrogantes que podrían plantearse al modelo. Hay que definir una gran cantidad de parámetros, sus condiciones de variabilidad, supuestos de mercado, criterio de crecimiento de los diversos sectores de la economía, etc. Es decir que, después de confeccionado el modelo y probado que

da confiabilidad suficiente, comienza verdaderamente el trabajo más útil para el gobierno y los funcionarios públicos que toman decisiones. Las limitaciones del modelo serán comprendidas y su utilización deberá ser cuidadosamente controlada.

iv. La ejecución :

Consiste en poner en marcha los programas estudiados, esta fase es bastante compleja de llevarla a cabo en buenas condiciones, ya que no se puede olvidar que existe personal de la administración pública que tiene limitaciones técnicas, de formación y una gran inercia a los cambios o innovaciones.

La fase de ejecución será implementada en mejor forma, si organizamos a esta persona, y se le brindan oportunidades para seguir diferentes cursos de perfeccionamiento técnico, administrativos y de control.

v. La Evaluación :

Es el proceso de crítica que determina si los objetivos definidos fueron o no conseguidos, en qué medida, y en caso negativo por qué.

El análisis a posteriori, es muy valioso ya que analizando estos aspectos, será posible que en futuros trabajos no se cometan los mismos

errores. Esta fase de evaluación comprende el efecto que ha producido el trabajo de la construcción del Modelo Matemático sobre la gestión del gobierno y si las recomendaciones del estudio, mejoras y aumentos productivos se han seguido.

d) Tipos de Modelos Matemáticos: Econométricos, de Experimentación Numérica, de Simulación y de Optimización :

Dentro de la clasificación de los Modelos Matemáticos para ser aplicados en la planificación del desarrollo, pueden distinguirse los siguientes :

i. Modelos Econométricos: mediante los cuales se expresa el funcionamiento económico de un país a través de un conjunto de relaciones de interdependencia, definidas éstas básicamente por las ecuaciones de comportamiento o ecuaciones estructurales, cuyos coeficientes y parámetros se estiman con métodos científicos rigurosos y muy sofisticados, que garantizan precisión respecto a los cálculos que con ellos se van a realizar .

Las ecuaciones de los Modelos Econométricos se explicitan en función de las series históricas que se dispongan en términos de Cuentas Nacionales. Debido a que estos modelos están definidos por ecuaciones de comportamiento cuyos coeficientes y parámetros están calculados con la información de carác -

ter histórico, mediante ellos se proyecta al futuro la tendencia histórica, o sea la tendencia que ha mantenido la economía en el pasado; por lo tanto, no son del todo útiles para fines de proyección en un país que realiza transformaciones estructurales; sin embargo, permiten entender y conocer mejor por qué y cómo funciona la economía de un país.

- ii. Modelos de Experimentación Numérica: estos modelos se elaboran utilizando una metodología y una técnica mucho menos compleja y sofisticada que en el caso anterior. Básicamente el método consiste en explicitar en un sistema de relaciones contables la metodología que el planificador utiliza para calcular las variables bajo su responsabilidad. Con estos modelos es posible hacer proyecciones en base a un conjunto de hipótesis orientados al logro de las metas de un plan de desarrollo.
- iii. Modelos de Simulación: a través de los cuales es posible simular situaciones que se realizan en la realidad económica y social del país, con la finalidad de estudiar y analizar las diferentes alternativas de decisión, a fin de conocer sus posibles efectos en la evolución futura de la misma.

- iv. Modelos de Optimización: estos modelos se elaboran en base a las técnicas de Investigación de Operaciones, tales como la programación lineal, dinámica y entera; y permiten programar la asignación óptima de los recursos del país para alcanzar los objetivos del desarrollo nacional, según la función objetiva que se diseñe para tal fin.

De estos cuatro tipos de modelos, podríamos señalar que los econométricos pueden ser utilizados para las tareas de diagnóstico, los de Experimentación Numérica y de Simulación para la planificación de corto y mediano plazo (períodos de uno a cuatro años), y los Modelos de Optimización para la planificación de largo plazo (períodos mayores a diez años)

#### CAPITULO IV : EL ANALISIS DE PREVISION ECONOMICA Y SU RELACION CON LOS MODELOS MATEMATICOS :

- a) Las proyecciones económicas y el uso de los métodos tradicionales en la programación económica .

Generalmente los países subdesarrollados cuando inician tareas de planificación, y realizan la formulación de planes de corto, mediano y largo plazo, las proyecciones, es decir la cuantificación de las metas que éstos comprenden, prácticamente tienen un carácter accesorio derivado del carácter metodológico de su obtención.

Esta situación es reconocida, y se debe, por un lado, a la ausencia de una relación adecuada y permanente entre los que sintetizan los elementos de política que constituyen el Plan y aquellos que elaboran las proyecciones; y, por otro lado al método de cálculo de las mismas, el que se base en una cuantificación por aproximaciones sucesivas que realizan diferentes equipos de trabajo, los que se distribuyen las tareas de las estimaciones de las diversas variables del Plan, y ejecutan una labor de cálculo permanente, mediante la realización de un sinnúmero de sumas, restas, multiplicaciones y divisiones, cuyos resultados se presentan incoherentes por la falta de una coordinación entre los equipos de trabajo para intercambiar la información obtenida, a fin de garantizar un mínimo de interdependencia



entre las variables económico-sociales que conforman el Plan. Como consecuencia de esto, las proyecciones del Plan a través de las cuales se cuantifica el esfuerzo que debe realizar un país para alcanzar sus objetivos de desarrollo, se generan prácticamente al final de la elaboración de dicho Plan; cuando éste tipo de trabajo de precisión cuantitativa es necesario desde las primeras etapas del proceso de formulación del mismo, con el objeto de identificar las restricciones que impone la evolución real de la economía, así como las diferentes trayectorias que plantean las diferentes políticas alternativas a ser consideradas dentro del contexto global de la economía. Cosa semejante ocurre en el contexto de las evaluaciones. Si bien se interpreta que el mecanismo de las evaluaciones son parte imprescindible del proceso de planificación de corto plazo, dado que es una tarea que permite obtener los elementos de juicio necesarios para introducir las medidas de política correctiva que garanticen el cumplimiento del Plan; sin embargo, éllas están restringidas a presentar solamente un análisis retrospectivo dirigido a comprobar el logro de las metas del Plan. Los análisis de carácter previsional o prospectivo, se encuentran igualmente ausentes de la tarea evaluadora. Así los elementos de juicio que las evaluaciones aportan en el proceso de toma de decisiones sólo surge de las observaciones que se hacen

sobre la evolución económica inmediatamente pasada.

Las implicancias de dicha evolución para el futuro inmediato y los análisis de previsión que pueden haber originado indicaciones sobre la perseverancia o superación de la problemática detectada en el pasado inmediato, por lo general, no se hacen explícitas a nivel de las evaluaciones.

En conclusión, en los países que inician la tarea de planificación del desarrollo, tanto a nivel del proceso de toma de decisiones para la definición de las medidas de política del Plan, como a nivel de toma de decisiones para instrumentar las acciones de política correctiva que deben surgir de las evaluaciones, se constata la ausencia de una tarea dirigida a obtener en forma coherente una apreciación inteligente de la evolución futura de las principales variables económicas que permiten identificar las posibles restricciones que deben tener en consideración los "centros de decisión" para el diseño de la política económica más apropiada.

b) Proyecciones económicas y análisis de previsión.

En el mediano plazo, las proyecciones son la expresión cuantitativa de las trayectorias de las principales variables económicas, derivadas de acuerdo al análisis del comportamiento de las políticas postuladas

y obtenidas de una manera coherente. Reunen pues dos características que deben resaltar claramente. La primera de ellas es que guarden una correlación definida y clara con las políticas que se postulan en el Plan, y la segunda, que cada una de las variables proyectadas debe guardar la coherencia derivada de las diferentes relaciones que se dan entre ellas.

Las proyecciones de mediano plazo, reflejan las tendencias principales que seguirán determinadas variables de cumplirse los supuestos del Plan, que son las propias orientaciones de política que se postulan. Estas proyecciones constituyen a su vez un marco referencial que con más precisión se explicita en el análisis prospectivo más inmediato que corresponde al llamado corto plazo.

El Plan de Corto Plazo se concibe como el medio a través del cual se otorga a las políticas y programas del Plan de Mediano Plazo el carácter operativo que éste no tiene, en el que se establece una modulación específica de los instrumentos de política que se utilizarán, y fundamentalmente se asigna recursos, dirigidos a regular durante un período determinado, la realización del Plan de Mediano Plazo, en el contexto de una situación económica-social y política específica.

Concebido así el propósito del Plan de Corto Plazo, queda claro entonces que para definir las orientaciones de política y en general la modulación de todo el instrumento que el mismo debe contener se deberá tener presente dos marcos referenciales concretos: las orientaciones del Plan de Mediano Plazo, y los límites impuestos por la evolución real de la situación económica-social y política (pasado inmediato y perspectivas a uno o dos años)

Ambos marcos referenciales serán imprescindibles para definir el contenido del Plan; el primero proporcionando el gran marco orientador en el que cada acción y cada política particular cobran sentido por su relación con la estrategia de desarrollo, entendida como un conjunto coherente de políticas y acciones para modificar la estructura económica y social en un plazo que supera el cubierto por el Plan de Corto Plazo; y el segundo, proporcionando las indicaciones sobre las restricciones concretas que impone la realidad económico-social y política del momento (pasado y futuro inmediato) que identifica el escenario particular en el que se deberá instrumentar las grandes orientaciones del Plan de Mediano Plazo.

Sin el primer marco referencial, la acción de corto plazo no tendrá el sentido trascendente que caracteriza a un gobierno que está abocado a lograr los objetivos de desarrollo nacional, que precisa -

mente están determinando lo esencial de la problemática coyuntural; sin el segundo marco referencial, no habrá la especificidad y efectividad que precisamente exige la presencia de los límites impuestos en la coyuntura por esa misma realidad que se desea transformar.

El análisis de previsión que se concreta cuantitativamente en proyecciones macroeconómicas es, entonces, parte esencial tanto del marco referencial de mediano plazo como para el corto plazo; aunque en este último se dan características de precisión y de modulación que reflejan la continuidad del proceso económico.

Sin embargo, la necesidad de los trabajos de previsión no sólo se ubica en el contexto de la formulación de los diferentes planes. El proceso de planificación en el corto plazo considera a las decisiones relativas al Plan sólo como una parte del proceso, la parte más importante quizás. Se considera que para que el proceso de planificación en el corto plazo se adapte efectivamente al Plan de Mediano Plazo, es necesario complementar a aquél con evaluaciones periódicas dirigidas a lograr las vías de conciliación entre ambas instancias temporales de planificación.

Esto último debido a que, por un lado, existe plena conciencia de

que los resultados que producen los trabajos de previsión adolecen de ciertas limitaciones y que, por otro lado, se supone que lo más probable es que la evolución real de la situación económica y social, irá mostrando que los supuestos en los que se basó el diseño del Plan sufren modificaciones importantes a lo largo del período de ejecución del mismo, condicionando así problemáticas no contempladas al momento de su formulación. Como consecuencia de ello, se identifica la necesidad de desplegar permanentemente un esfuerzo dirigido a conocer esa realidad cambiante y a descubrir las perspectivas que se pueden perfilar a partir de ella, con la mira puesta otra vez a proveer de la información necesaria para generar decisiones en el corto plazo, conducentes a encontrar la vía más adecuada de realización del Plan de Mediano Plazo en un momento específico del tiempo. Y esto es, precisamente, lo que se considera deben hacer las evaluaciones.

De este modo, las evaluaciones no se conciben como un ejercicio formal de comprobación ex-post del logro de las metas del Plan, sino mas bien, como una tarea dirigida a generar informaciones que puedan ayudar a los centros de decisión a tomar decisiones en el corto plazo; informaciones éstas y análisis complementarios que deberán tener un carácter retrospectivo y prospectivo.

c) Los instrumentos del análisis previsional.

El análisis de previsión permite conocer con anticipación el comportamiento esperado de determinadas variables macroeconómicas, en relación con diversas políticas alternativas, partiendo del examen de la evolución y características de la situación actual, y que retrospectivamente tiene la realidad sobre la que se actúa.

Como ya se explicó, las tendencias esperadas que se expresan en proyecciones, guardan relación con las alternativas de política que se plantean y con los supuestos y limitaciones que la realidad muestra. Esto es debido a que se parte de un conocimiento dado de la realidad, de una concepción sobre la estructura económica, de sus principales relaciones, de sus vinculaciones con otras estructuras y de la mecánica de su funcionamiento, esta concepción sobre la realidad económica, a partir de la cual se hace el análisis de previsión, existe siempre para quienes se plantean preguntas sobre el futuro.

El esquema que se tenga sobre la realidad en ese sentido, puede ser completo y bastante representativo en la medida que su cobertura sea amplia, recoja las características esenciales e identifique el funcionamiento de la misma. También puede tener este esquema determinados sesgos derivados de las orientaciones de los propios analistas o de las limitaciones que surjan de la información utilizada en elaborar el marco

conceptual sobre la realidad económica .

El esquema o representación de la realidad sobre la que se hace previ -  
sión es entonces un Modelo de la realidad económica .

Para definir el Modelo como Instrumento de análisis de previsión es ne -  
cesario no sólo precisar cuál es su naturaleza técnica , sino que además  
debe explicarse el marco o esquema conceptual de análisis que existe  
detrás del instrumento, así como también el proceso institucional y  
operativo que se requiere .

Por dimensión conceptual se quiere enfatizar la naturaleza analítica y  
razonamiento económico que tiene el trabajo permanente de análisis pre-  
visional y dentro del cual el modelo es sólo un instrumento . Se trata de  
relevar el hecho de que el modelo en su expresión formal es una repre -  
sentación coherente de las diversas hipótesis que sobre la realidad eco -  
nómica tienen quienes proveen juicios para la toma de decisiones . Esto  
implica la constante búsqueda de : a) causales de los fenómenos econó -  
micos más relevantes, b) identificación de la acción de los diferentes a -  
gentes económicos, y c) identificación, seguimiento e interdependen -  
cias de los principales desequilibrios en los flujos económicos . Debe ,  
además, incluir el efecto e interdependencia que en la estructura eco -  
nómica tendrán los cambios y acciones que se dan en otras estructuras .



Y, finalmente, a partir de esta representación conceptual de la realidad debe analizarse los diferentes efectos que la evolución presente de la economía y las políticas alternativas que se plantean, van a determinar el comportamiento futuro de la economía. En resumen, es el análisis económico que se aplica a la evolución de la realidad económica lo que constituye el trasfondo conceptual fundamental del planteamiento de trabajo para la elaboración de un Modelo de Simulación.

En cuanto a la dimensión operativa y el carácter institucional del Modelo, ésta se refiere a la forma como se concibe la ejecución del trabajo de análisis de provisión y que responde a dos características: la institucionalización y la continuidad.

La institucionalización se refiere a que los trabajos de provisión deben cumplirse con la participación integral de grupos de analistas que conozcan más directamente los diversos ámbitos relevantes de la economía y puedan por tanto formular y manejar directamente y con más propiedad determinados submodelos. Es decir, el modelo se concibe como un sistema integral compuesto por submodelos, cuya responsabilidad analítica estaría a cargo de analistas en diversas entidades. Así por ejemplo, es necesario que el aspecto "Sector Público" y su análisis debería ser procesado y analizado por los responsables del Área del Sector Público. De igual manera la producción de alimentos y sus problemas de oferta de

berán ser analizados y procesados en la Sectorial de Agricultura. De esta forma se logrará el concurso Institucionalizado de analistas y expertos de diferentes aspectos de la realidad económica cuya contribución permanente se inicia en la especificación misma del modelo y en particular del submodelo que les atañe.

La continuidad y permanencia del análisis es la segunda característica operativa en el análisis de previsión y en su correspondiente Modelo. Se trata de que el análisis que genera las programaciones y que hace las evaluaciones tenga un carácter continuo. Esto significa la posibilidad permanente de mejorar las apreciaciones que se tiene sobre la realidad económica, de incorporar los cambios que caracterizan el proceso económico y de integrarlos al modelo formal.

Finalmente, en cuanto a su especificación formal, el modelo se define como un esquema analítico que representa la estructura y funcionamiento de la realidad económica, identificando sus principales áreas críticas, sus interdependencias y elementos a nivel de flujos y stocks que los diferentes agentes económicos reciben, generan o poseen. Este esquema conceptual se formaliza mediante un modelo económico-matemático, compuesto de identidades, ecuaciones de comportamiento, ecuaciones técnicas, variables, parámetros y coeficientes. Este modelo, por tanto, es susceptible de que se le apliquen diversos algoritmos propios de

la modelística, la econometría, simulación y experimentación numérica. Asimismo, se concibe el modelo de tal manera de que sea alimentado, procesado, manejado y simulado mediante los mecanismos más modernos de computación disponibles.

## CAPÍTULO V : CONSIDERACIONES PARA LA ELABORACION DE UN MODELO DE SIMULACION ECONOMICA PARA EL PERU :

En este Capítulo se describirá un Modelo de Simulación para la economía peruana con un nivel de desagregación suficiente, de modo que comprenda una completa expresión de las relaciones entre los diversos agregados económicos que conforman la economía del Perú, y asimismo, que identifique la conducta (comportamiento) de la mayoría de los agentes económicos de la misma.

La estructura del Modelo de acuerdo con dicha desagregación, deberá ser operativo en las tareas de planificación de corto y mediano plazo, y por lo tanto deberá ser un Modelo de oferta y demanda, que cubra el área de la producción, el consumo, el proceso de inversión, el sector externo, el sector público (Cuentas Fiscales), la distribución del ingreso, los precios, el sistema financiero-monetario y el empleo.

En primera instancia, se define el Modelo, tanto en sus términos conceptuales y operativos, como en aquellos de orden estrictamente formal; luego se explican las principales características propias del Modelo para finalmente describir los "submodelos" que lo conforman, así como sus principales mecanismos de operación.

### a) Características del Modelo de Simulación.

El Modelo es una representación formal del funcionamiento de nuestra

realidad económica, que permite estudiar la coherencia de las diversas medidas de política económica, en función de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo. Esta representación formalizada matemáticamente, deberá proveer mediante la simulación, los elementos para la toma de decisiones, así como para la programación y evaluación en el corto y mediano plazo.

Para precisarlo mejor a continuación se explican sus principales características :

1. Integralidad : El modelo debe ser integral y abarcar las áreas críticas y relevantes que componen la economía. Esta característica significa que desde el comienzo se planteen cuáles son aquellos aspectos que identifican con más propiedad el funcionamiento de la economía peruana, en relación a la naturaleza de los objetivos que en determinados plazos plantea el desarrollo nacional. Obviamente, en una primera versión, el modelo formulado tendrá las limitaciones que la información disponible así lo establezca, pero la naturaleza dinámica y flexible que deberá imponerse al trabajo, así como el constante incremento de la disponibilidad de la información, irá acercando paulatinamente hacia el esquema deseable. Asimismo, se visualizará cuáles son las lagunas de información y conocimiento

sobre los que se debe investigar para ir completando la imagen representativa de la realidad.

- ii. Dinámica y Flexibilidad : El modelo no se agota en su primera versión operativa, sino que, debe ir incorporando aquellos aspectos que adquieren relevancia en la medida en que se van alcanzando los objetivos de desarrollo, y de los resultados que estos mismos van originando, así como cuando aparecen nuevos elementos, tales como el descubrimiento de recursos naturales, catástrofes de diversa naturaleza, u otros. Por otra parte, el modelo debe ir incorporando la información disponible conforme vaya apareciendo y/o que vaya mejorando la existente. En este sentido, el modelo se irá acondicionando a la generación de estadísticas más adecuadas a la planificación.
- iii. Simulación : El modelo se define como un modelo de decisión que se sustenta en la simulación. O sea un modelo mediante el cual se van simulando los efectos que ocurrirán en la economía si es que se adoptan determinadas políticas. Esto significa, brevemente, que el modelo está designado fundamentalmente para proveer elementos para la toma de decisiones en el campo de la política económica. Además, el modelo cumplirá

otros roles simultáneos, tales como explicar la estructura y comportamiento de la economía y generar proyecciones macroeconómicas.

iv. Estimación Diversificada : El modelo no debe utilizar una estimación uniforme en el cálculo de los parámetros relevantes de la economía. En este sentido se usarán mediante la experimentación numérica, la concepción cuantitativa que los planificadores tengan de diversos aspectos del funcionamiento de la economía. Cuando sea apropiado se usarán estimaciones mediante métodos econométricos. Asimismo, esta estimación implica el uso de los métodos propios de investigación operativa, al incorporar el análisis de relaciones interindustriales.

v. Computacionalidad: La estructura, tamaño, usos y manejo del Modelo requieren del uso racional de procedimientos computacionales. En tal sentido, será necesario usar lenguajes de programación científica apropiados (FORTRAN), programas establecidos (programas de regresión múltiple), así como perfeccionar y actualizar el sistema computacional requerido.

Esto se da en tres etapas, la primera de las cuales se refiere a la acumulación ordenada y sistemática de la información (Banco de Datos) ,

cuya actualización y uso necesariamente deben hacerse mediante computadoras. El proceso de ajuste y compatibilización del modelo, incluyendo los procesos de estimación por diferentes métodos de sus parámetros, constituye la segunda etapa y, finalmente, se entrará a una etapa de aplicación del modelo cada vez que se planteen diversas alternativas de política que es parte del análisis de previsión (simulación).

b) Estructura del Modelo de Simulación.

1. Estructura general : Como ya se ha expuesto anteriormente, el Modelo es una simplificación formalizada, del funcionamiento del sistema económico nacional. Su estructura está dada por las interrelaciones que se generan entre las diferentes variables que lo conforman.

Para que el modelo sea operativo en las tareas de planificación, y en particular para los trabajos de previsión, programación y evaluación, en el corto y mediano plazo, las variables en cuestión deben ser identificadas y agrupadas en "submodelos" que representan el funcionamiento de las principales áreas económicas.

Es con relación a lo anterior que el modelo es de oferta y demanda, que posee una desagregación sectorial, e incorpora



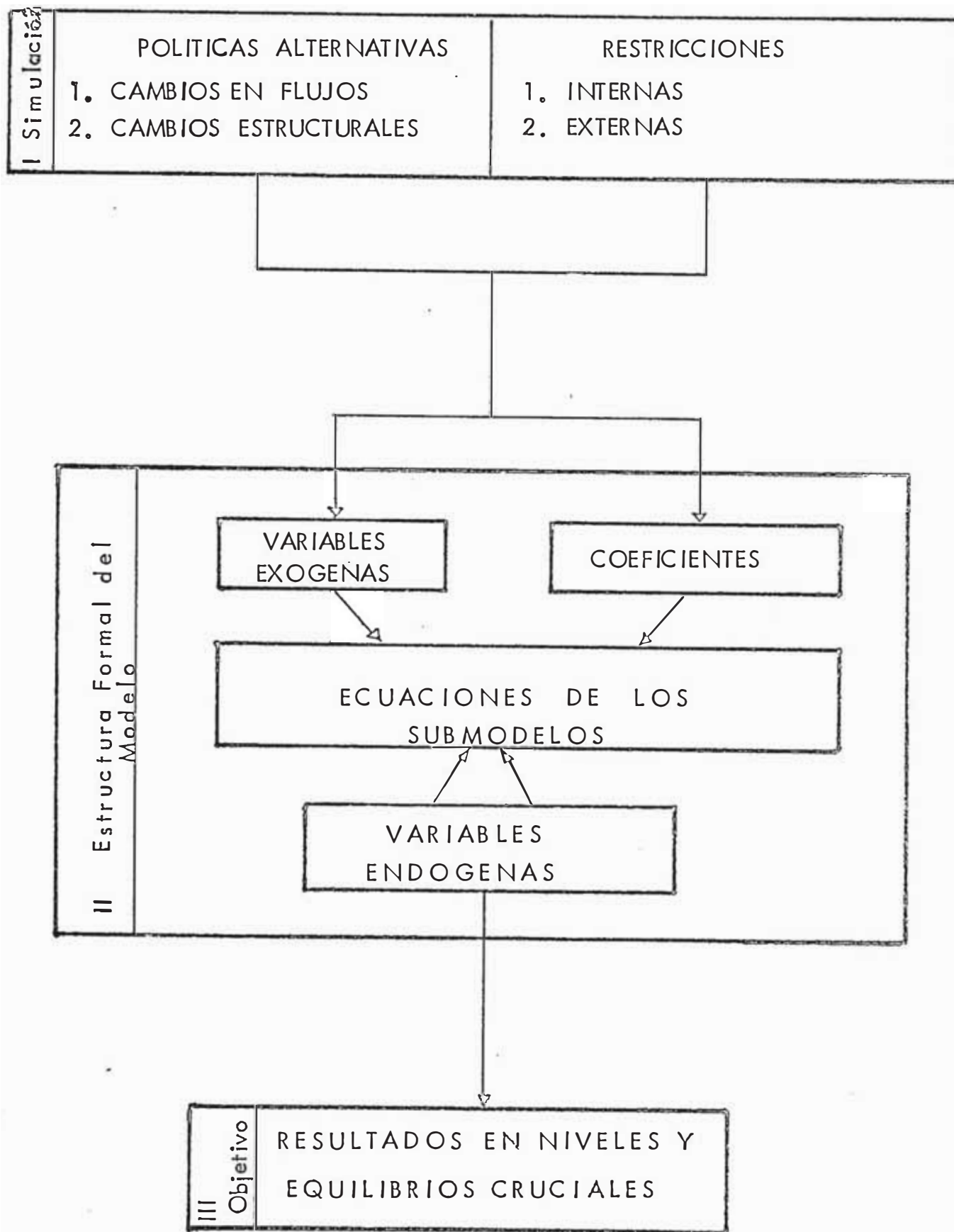
además áreas como la generación del ingreso y su distribución , la formación de precios, los salarios, la ocupación, el sector público, el sector externo, el sistema financiero monetario, las variables demográficas, etc .

Tal como se muestra en el Diagrama N° 1, se pueden distinguir tres niveles de representación (simulación, estructura formal del modelo y objetivos), que muestran el propósito y funcionamiento del modelo .

El propósito es hacer previsión en relación a un conjunto de niveles y equilibrios esencialmente macroeconómicos, a partir del conocimiento esquemático de la realidad económica sobre la cual se aplican un conjunto de políticas alternativas . Mediante el funcionamiento del modelo se simulan políticas para tratar de prever qué es lo que sucederá en determinadas niveles y equilibrios cruciales . Aquí se distingue una primera categoría de análisis que está dada por el tipo de resultados que se quiere obtener o, por la necesidad de conocer cuáles serán los niveles que se espera alcanzar para determinadas variables en el futuro , sobre el que se hace la previsión . Tal es el caso de variables como la tasa de crecimiento del producto, el nivel de inversión , la absorción de la mano de obra, etc .

DIAGRAMA 1

ESTRUCTURA DEL MODELO



Estas variables son las que en última instancia perfilan los objetivos hacia los que apunta la acción planificada para el desarrollo.

Por otra parte, debe distinguirse en el modelo un conjunto de variables que reflejen las acciones de política con las cuales se desea simular. Estas variables llamadas instrumentales son las que generan acciones en la economía destinadas a lograr determinados resultados. Por ejemplo, un alza en los salarios mínimos, será una política que puede estar llamada a mejorar la condición de ingreso de los que reciben remuneraciones.

En lo que se refiere a las variables instrumentales, éstas pueden reflejar cambios en los flujos económicos, o cambios estructurales. Por ejemplo, un cambio en la emisión primaria, que tipifica una medida de política monetaria, ocasionará cambios en otros flujos. Pero por otra parte, una medida de carácter estructural, como la Reforma Agraria, también genera una serie de cambios en los flujos económicos, tales como en la producción e inversión así como en los niveles de existencias, por ejemplo de capital.

Asimismo, también existen aspectos que se resuelven de una manera exógena a las decisiones de política, pero que afectan a

los resultados. Sobre estos hechos que a veces reflejan limitaciones o condicionantes sólo cabe desarrollar explicaciones externas o plantear supuestos razonables. Esto implica, que, en el modelo se les trate como variables exógenas, cuyos valores se tomaran extra Modelo.

El conjunto de variables exógenas, que representan tanto medidas de política como determinadas restricciones externas, se introducen en el modelo y mediante la solución del mismo se obtienen los efectos de estas variables en relación a los objetivos o conjunto de niveles y equilibrios relevantes, sobre los que se pretende obtener una previsión.

El Diagrama N° 2 detalla las diferentes variables que el modelo deberá tener. Así, se detalla por una parte los dos tipos de variables exógenas, tanto las instrumentales como las que reflejan restricciones externas, y por otra parte, se detalla el tipo de variables (endógenas) que revelan los resultados. A manera de ilustración se mencionan en el mismo diagrama algunas de las variables de cada tipo.

- ii. Los submodelos que lo conforman : El Modelo de Simulación puede ser mejor entendido a través de la descripción de sus componentes o submodelos. Se trata de identificar las principales

áreas de la economía y representarlas mediante un conjunto de relaciones. A esta representación parcial de la realidad económica se denomina sub-modelo y el conjunto integrado de estos constituye el modelo.

La explicación de cada uno de los submodelos se hace bajo tres ángulos. Uno de carácter descriptivo que a continuación se presenta, otro en el cual se detallan, usando una simbología adoptada, las principales variables y relaciones ya identificadas y finalmente se describe gráficamente cada uno de los submodelos usando también un conjunto de elementos gráficos convencionales que se explicitan.

Inicialmente, se tiene que el conjunto de submodelos planteado comprende 296 variables, de las cuales 136 serían exógenas y 160 endógenas. Se tienen asimismo identificadas 113 ecuaciones de identidad que representan los principales equilibrios contables que reflejan la economía y se proponen 47 ecuaciones que reflejarán relaciones de comportamiento.

De esta manera el equilibrio global del que se parte en el Modelo es: Producto Bruto Interno (PBI) más importaciones es igual al Consumo, más Inversión y más Exportaciones.

1 Submodelo de Producción :

Se desagrega la producción en 13 sectores :

- De Producción Material (6 sectores)
- Sociales (3 sectores)
- Servicios (3 sectores)
- Gobierno (1 sector)

De lo que se trata en este caso es de cuantificar el PBI nacional desagregado por sectores, tanto por el lado de la oferta, como por el de la demanda.

Por el lado de la oferta el cálculo se hará utilizando la metodología, la información y la colaboración de las Oficinas Sectoriales de Planificación. Por el lado de la demanda, el cálculo se hará utilizando la Tabla de Relaciones Interindustriales disponible. Pudiéndose, calcular de esta manera, no sólo el Valor Agregado de cada sector, sino también el Valor Bruto de Producción, los Insumos tanto nacionales como importados que serán requeridos por cada sector, y así como los efectos directos e indirectos en la evolución de la producción.

2 Submodelo de Consumo :

El Submodelo de Consumo está conformado por el consumo de las familias y el consumo público.

a. El consumo de las familias se calcula mediante funciones de consumo por estratos de ingresos y tipos de productos , cuyos parámetros y coeficientes serán calculados usando la información obtenida por la Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos (ENCA).

Asimismo, este consumo puede ser calculado a través de dos ecuaciones de comportamiento :

- Consumo Privado de origen Nacional, función de las remuneraciones, el ingreso de independientes, el ingreso de capital y los subsidios a los bienes de consumo .

Consumo Privado de origen Importado, función de la importación de bienes de consumo y de los gastos en turismo (viaje).

b. El Consumo Público, está dado por el :

- Consumo del Gobierno Central
- Consumo de los Gobiernos Locales
- Consumo de las Instituciones Públicas
- Consumo de los Seguros y Beneficencias

En este último caso, estas son variables de política, por lo tanto exógenas al Modelo.

A manera de ejemplo, en cuanto a las relaciones de interdependencia se puede expresar lo siguiente: El Consumo de las Familias, es de origen importado y nacional. El componente importado se obtiene del sub-modelo de Balanza de Pagos de la parte correspondiente a las importaciones de bienes de consumo duradero y no duradero y viajes, y el componente nacional se obtiene en base a una interrelación con las variables del Ingreso.

### 3 Submodelo de Inversión :

Se refiere principalmente a la determinación de la inversión Bruta Fija, para cuyo cálculo se considera:

a. Inversión no Pública: a nivel sectorial (bajo la clasificación de sectores administrativos), utilizando la metodología e información de base de las Oficinas Sectoriales de Planificación.

b. Inversión Pública: a nivel de sectores administrativos, y por agentes (variables de política), obtenidas del Presupuesto Público.

c. Variación de existencias: Variable Exógena.

En cuanto a las ecuaciones de comportamiento se refieren,



éstas, se explicitan de la siguiente manera :

- Inversión en maquinaria y equipo, e inversión en nuevas construcciones: ambas en función del ingreso de capital, del crédito interno y de la importación de bienes de capital.

- Inversión Privada Nacional, en función del Producto Bruto Interno, con un rezago de cuatro (4) años. (Polinomio con variable desfasada en el tiempo).

#### 4 Submodelo de Demanda Final :

Se basa en los submodelos de :

a) Consumo

b) La Inversión Bruta Interna y,

c) Las Importaciones y Exportaciones de mercadería y servicios.

Este submodelo se constituye como un conjunto de variables exógenas para el submodelo de Relaciones Interindustriales.

#### 5 Submodelo de Sector Externo :

a. Balanza Comercial de Mercaderías.

Las exportaciones se calculan por principales productos, mediante relaciones funcionales, cuyos parámetros y

coeficientes serán explicitados por los sectorialistas y especialistas que tienen bajo su responsabilidad el estudio de cada uno de estos productos de exportación.

Las importaciones se calculan en base al mismo procedimiento, con la desagregación siguiente:

Importaciones de Bienes de Consumo, duradero y no duradero.

Importación de materias primas y productos intermedios para la Agricultura, Industria, etc.

- Importación de combustibles y productos conexos.
- Importación de bienes de capital para la Agricultura, Industria, etc.
- Importación de equipos de transporte.
- Importación de Materiales de Construcción.
- Diversos.

b. Balanza de Servicios.

Fundamentalmente, las variables comprendidas aquí son de carácter exógeno.

El análisis que se puede desarrollar en este caso, por ejemplo, se refiere a las medidas de políticas que pueden diseñarse, para que los saldos de fletes y seguros sean positivos,

mediante el mayor uso e incremento de boveda de las compañías navieras nacionales.

c. Movimiento de Capitales a Largo Plazo.

Se trata de realizar un análisis de los rubros inversiones y préstamos por las cuentas de crédito, débito y saldo de cada una de ellas.

A manera de ejemplo, las relaciones de interdependencia entre las variables que se destacan en este caso, son aquellas que se presentan entre los ingresos y egresos de capitales oficiales a largo plazo y el endeudamiento externo y pago de la deuda externa del Sector Público.

d. Balanza Neta Básica.

Se trata de analizar el saldo que resulta de la Balanza en Cuenta Corriente y del movimiento de capitales a largo plazo.

e. Balanza Compensatoria.

Se trata de analizar el nivel de la Balanza Neta Básica, según los movimientos de capital a corto plazo y los DEG; así como los estudios correspondientes del financiamiento compensatorio.

La explicitación de las ecuaciones de comportamiento de este submodelo se da en los términos siguientes :

- Importación de Consumo no Duradero y Duradero : en función de las remuneraciones, el ingreso de independientes y el ingreso de capitales .

- Importación de combustibles y productos conexos, en función del Producto Bruto Interno de los sectores Pesquería, Minería, Industria, Energía, Transportes y Comercio .

- Importación de Materias Primas y Productos Intermedios para la Agricultura, en función del Producto Bruto Interno del sector Agricultura, del ingreso de capital y del crédito interno .

- Importación de Materias Primas y Productos Intermedios para la Industria, en función del Producto Bruto Interno de los sectores Industria, Energía, Comercio, Servicios Diversos , ingreso de capital y crédito interno .

- Importación de Materiales de Construcción, en función de la inversión en nuevas construcciones .

- Importación de Bienes de Capital para la Agricultura , en función del Producto Bruto Interno del Sector Agrícola, del ingreso de capital y del crédito interno .

- Importación de Bienes de Capital para la Industria, en función del Producto Bruto Interno de los sectores Industria, Energía, Comercio, Servicios Diversos, del ingreso de capital y del crédito interno.

- Importación de Equipos de Transportes, en función del Producto Bruto Interno del Sector Transportes.

- Fletes, en función del total de exportaciones.

#### 6 Submodelo del Sector Público :

Se trata de cuantificar los ingresos y egresos de los siguientes agentes:

- a) Gobierno Central
- b) Gobiernos Locales
- c) Instituciones Públicas, Seguros y Beneficencias
- d) Empresas Públicas

Para b, c y d se puede realizar una menor desagregación que en el caso del Gobierno Central; asimismo, para el caso de Empresas Públicas, el rubro correspondiente a la formación Bruta de capital se debe considerar una desagregación a nivel de cada empresa.

## Gobierno Central

a) Ingresos.- Se trata de identificar relaciones funcionales para estimar los ingresos del Gobierno Central, en base a una clasificación económica de los mismos. Estos se refieren tanto a los ingresos tributarios como a los no tributarios.

b) Egresos.- Se calculan los efectos que en el resto de la economía tendrán la asignación de los gastos corrientes del Gobierno Central, tanto en lo que se refiere a gastos de consumo (remuneraciones, compra de bienes y servicio, defensa), intereses (deuda interna y externa), y las transferencias (a las personas, empresas, exterior, gobiernos locales).

c) Ahorro en Cuenta Corriente.- Es el resultante de la diferencia entre los Ingresos y Egresos Corrientes.

- Gastos de Capital (variables de política) :

Se trata de analizar y cuantificar los efectos en la economía nacional que producen la asignación de los gastos de formación bruta de capital (Estudios, Nuevas Construcciones y Maquinaria y Equipo), las transferencias de Capital (Empresas Públicas, Gobiernos Locales e Instituciones Públicas) y las de Inversión Financiera.

- Déficit Económico :

Es el resultante de la diferencia entre el Ahorro en Cuenta Corriente y los Gastos de Capital.

- Financiamiento del Déficit Económico:

Aquí se deben calcular las necesidades de endeudamiento interno y externo, la amortización de la deuda interna y externa y la Refinanciación de la Deuda Externa. Este aspecto se vincula directamente con determinadas variables del submodelo Financiero y Monetario.

La resultante de este conjunto de saldos nos permitirá conocer la Brecha de las Finanzas Públicas.

En cuanto a las ecuaciones de comportamiento de este submodelo se refieren, se explicitan de la siguiente manera :

- Impuesto a la Renta de la Empresa, en función del ingreso de capital más intereses netos pagados a los particulares.
- Impuesto a las Remuneraciones (por Empresa), en función del ingreso de capital menos utilidades de las empresas.
- Impuesto a la Renta de las Familias, en función de las remuneraciones más las transferencias del gobierno a las personas y más las utilidades distribuidas.

- Impuesto a las Remuneraciones (por Empleados e Independientes y al Patrimonio No Empresarial), en función de las remuneraciones y el Ingreso de independientes.
- Impuesto a los Bienes de Consumo no Alimenticio, en función de la importación de bienes de consumo.
- Impuesto a la importación de bienes de capital, en función de la importación de bienes de capital.
- Impuesto a la importación de insumos, en función de la importación de materias primas y productos intermedios.
- Impuesto a la Exportación de Harina de Pescado, en función de la exportación de Harina de Pescado.
- Impuesto a la exportación de Azúcar y Derivados, en función de la exportación de azúcar.
- Impuesto a la exportación de Otros Productos, en función de la exportación de café, cobre, plata, hierro, algodón y otros productos.
- Impuesto a la Gasolina, en función de la importación de combustibles y productos conexos y del Producto Bruto Interno del Sector Energía.
- Impuesto al Tabaco y al Alcohol, en función del Producto Interno, las remuneraciones y el ingreso de independientes.



## 7 Submodelo Ahorro-Inversión :

En base a la igualdad entre el Ahorro Bruto Interno y la Inversión Bruta Interna, se analizarán las posibilidades de financiamiento de la inversión, según la capacidad de endeudamiento interno y externo.

Las ecuaciones de comportamiento de este submodelo, se dan en los términos siguientes :

- Depreciación, en función del Producto Bruto Interno del año anterior.

- Utilidades sin impuestos, en función del ingreso de capital.

## 8 Submodelo de las relaciones entre el Ingreso y el Producto :

Se trata aquí de calcular a partir del Producto Nacional Bruto, el Ingreso Nacional, la distribución de éste y sus efectos en el Consumo, Ahorro e Inversión.

Los efectos a que se hace referencia (en el Consumo, Ahorro e Inversión), se deben determinar en base a los ingresos disponibles, una vez deducido de los ingresos brutos las utilidades, los impuestos, las Contribuciones al Seguro y haber sumado los Subsidios y Transferencias respectivas.

Las ecuaciones de comportamiento de este submodelo, se da en los términos siguientes :

- Remuneraciones, en función del Ingreso Nacional, con un rezago de tres (3) años. (Polinomio con variable desfasada en el tiempo).

- Ingreso de Capital, en función de la Demanda Interna (Consumo Total más inversión Bruta Interna).

- Renta Predial, en función del Ingreso Nacional.

- Impuestos Indirectos, en función del Consumo Privado (Familiar) y de la Inversión Bruta Fija.

- Impuesto a las Utilidades, en función de las Utilidades de las Empresas y de los Intereses pagados a particulares.

#### 9 Submodelo Financiero-Monetario :

Este submodelo tiene gran importancia para el Modelo de Simulación, en razón de que permite el tratamiento simultáneo de las variables relevantes del Sistema Financiero-Monetario y las variables reales de los submodelos anteriormente descritos , con el objeto de obtener la consistencia real-financiera en el proceso de la programación económica del país; dado que es necesario complementar los planes reales con los planes financieros.

De esta manera, con el submodelo Financiero-Monetario es posible determinar la magnitud, origen y destino de los flujos financieros, así como el efecto sobre las variables reales y la estabilidad de alternativas distintas de financiamiento, para calcular así el financiamiento necesario para el cumplimiento de las metas del plan físico.

Cabe señalar, la importancia que tiene para la planificación del desarrollo, programar de manera integral las variables reales (Producto Bruto Interno, Consumo, Inversión Bruta Interna, Importaciones, Exportaciones, etc.), con las variables monetarias y financieras (Dinero, Crédito, etc.), para el logro de un plan de desarrollo realista basado en la disponibilidad de recursos del país, y asimismo, de acuerdo con una adecuada compatibilización de las magnitudes reales de desarrollo nacional con la capacidad financiera interna y con la captación de nuevos recursos externos complementarios.

El logro en la compatibilización señalada depende por un lado, del manejo de los mecanismos e instrumentos de política económica y financiera orientados a cumplir con las metas de crecimiento real de la economía, del nivel general de precios, y el adecuado Comportamiento de la Balanza de Pagos; y de otro lado, de que se cumplan dentro de este contexto los programas

de financiamiento del Sector Público y Privado, a través de los programas de crédito correspondientes.

En este submodelo las variables referidas a las Reservas y Activos Internacionales, Crédito Interno y Externo, Dinero y Cuasidinero; han sido determinados como variables exógenas, por ser conveniente que éstas sean manejadas como instrumentos de política, de acuerdo al Programa Monetario que establezca su correspondiente plan de desarrollo.

#### 10 Submodelo de Precios :

Debido a que la cuantificación de las variables del Plan deben realizarse en términos corrientes y constantes, en el Modelo de Simulación, todas las variables deben ser calculadas en dichos términos, por lo que se hace necesario un conjunto de deflatores, los que serán obtenidos en función de los índices de precios disponibles.

Estos índices son los siguientes :

a. Índice de Precios al Consumidor en :

- Alimentos, función de la brecha de alimentos , el índice de importación de bienes de consumo, y el índice de sueldos y salarios en el sector Agricultura .

- Vivienda y Mobiliario, función de la tasa de urbanización, y las remuneraciones.

- Indumentaria y Diversos, función de las remuneraciones, de los índices de precios al consumidor, Alimentos, Vivienda y Mobiliario.

b. Índice de Precios de :

- Consumo Privado, en función de los índices de precios en alimentos, vivienda y mobiliario e indumentaria y diversos.

- Consumo de Gobierno, en función de las remuneraciones.

- Inversión en Maquinaria y Equipo, en función del índice de precios de la importación de maquinarias y equipo.

- Inversión en nuevas construcciones, en función del índice de precios de la importación de materiales de construcción y del índice de precios de los sueldos y salarios de construcción

- Variación de Existencias, en función de los índices de precios de las exportaciones, importaciones y el de indumentaria y diversos.

- Inversión Bruta Interna, en función de los índices de precios de la inversión en maquinaria y equipo, nuevas construcciones y variación de existencias.

- Deflactor implícito del PBI, en función de los índices de precios del consumo privado, inversión bruta interna, exportaciones e importaciones.

- Brecha de Alimentos, en función del consumo privado.

#### 11 Submodelo de Empleo :

Este submodelo identifica variables relacionadas con el empleo en forma agregada, ligadas a la Inversión Bruta y al Producto Bruto Interno, con la finalidad de calcular el monto de inversión que habría que realizar por cada nuevo puesto de trabajo a crearse, o en su defecto la ocupación y desocupación existente en el país.

c) Estructura de los Submodelos y las relaciones de interdependencia entre ellos.

A continuación se detallan las principales relaciones identificadas para cada uno de los submodelos, así como la estructuración que tendría cada uno de ellos. En cada uno de los gráficos que se muestran existe el

propósito de destacar las principales relaciones internas que se dan en el submodelo y asimismo aquellas vinculaciones que lo unen a otros submodelos y que dan la conformación total al modelo en sí.

Para una mejor comprensión de los gráficos a continuación se da el significado de algunas de las figuras y símbolos empleados :

### FIGURAS

Variables Exógenas 

Variables Endógenas 

Otros Submodelos 


Valores Subtotales 

Valores Totales 

### SIMBOLOS O SIGNOS

Función de

Igualdad =

Direccionalidad 

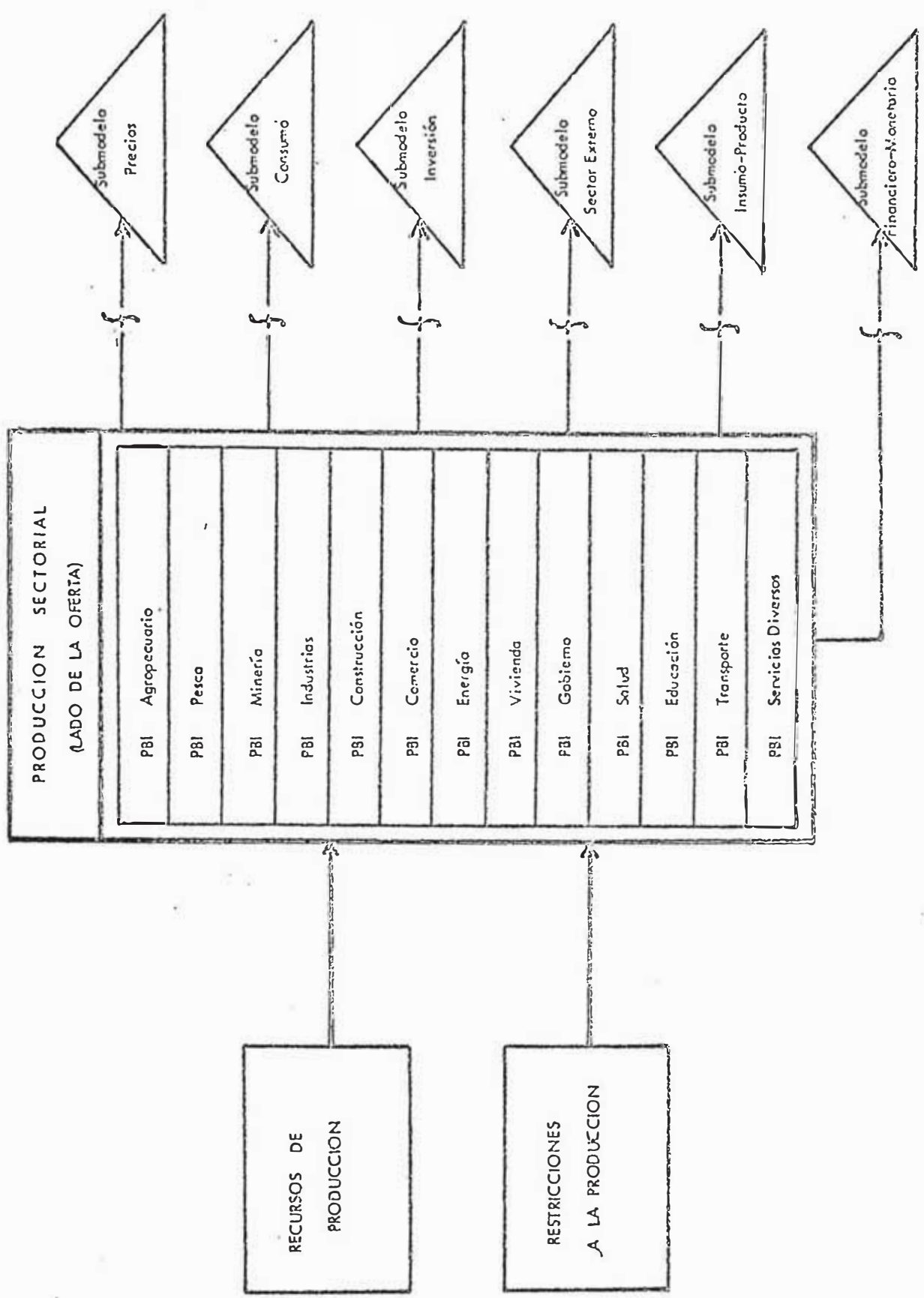
Y los signos de las operaciones aritméticas.

PRODUCTO BRUTO INTERNO POR ORIGEN SECTORIAL

Número	Símbolo	Significado	Procedencia	Identidad
1	PBI	Producto Bruto Interno	$I = 2+3+ \dots +13+14$	$PBI = PBI/AGR + \dots +$ PBISDI
2	PBI/AGR	PBI Agropecuario	Para el cálculo del PBI Sectorial se tiene:	
3	PBI/PES	PBI Pesca		
4	PBI/MIN	PBI Minería	i)	Información proveniente de las Oficinas Sectoriales de Planificación (Lado de la Oferta)
5	PBI/IND	PBI Industrias	ii)	En base a los coeficientes técnicos de la Tabla de Insumo-Producto, tomando como dato exógeno la demanda final a nivel macroeconómico (Lado de la Demanda)
6	PBI/CON	PBI Construcción		
7	PBI/COM	PBI Comercio		
8	PBI/ENG	PBI Energía		
9	PBI/VIV	PBI Vivienda		
10	PBI/GOB	PBI Gobierno		
11	PBI/SAL	PBI Salud		
12	PBI/EDU	PBI Educación		
13	PBI/TAC	PBI Transportes		
14	PBI/SDI	PBI Servicios Diversos		



SUBMODELO DE PRODUCCION



## CONSUMO

Número	Símbolo	Significado	Procedencia	Identidad
15	C	Consumo	15=16+19	C=CPR+CPU
16	CPR	Consumo Privado	16=17+18	CPR=CPRN+CPRM
17	CPRN	Consumo Privado de origen nacional	17=f (183, 184, 185, 191)	CPRN=f (RM, YI, YK, SB)
18	CPRM	Consumo Privado de origen importado	18=f (54, 75)	CPRM=f (MBC, VIA-J)
19	CPU	Consumo Público	19=20+21+22+23	CPU=CGC+CGL+CIPU+CSB
20	CGC	Consumo del Gobierno Central	20=EXG **	
21	CGL	Consumo de Gobiernos Locales	21=EXG	
22	CIPU	Consumo de Instituciones Públicas	22=EXG	
23	CSB	Consumo de Seguros y Beneficiencias	23=EXG	

\*\* EXG. Dato exógeno.

d) Banco de Datos del Modelo de Simulación :

Un modelo de las características descritas tiene que manejar un volumen de información muy grande, que sin el uso de un computador se hace inoperante. Pero el uso del computador de por sí no resuelve el problema del tratamiento de la información; es necesario desarrollar técnicas eficientes tanto para estructurar la información, almacenarla en el computador, como procesar la misma y aún más para obtenerla en forma y momento apropiado.

Este conjunto de técnicas mencionadas, implementadas en forma de programas de cómputo, paralelamente con la información almacenada en el computador constituyen lo que se denomina un "Banco de Datos". Así como un Banco Comercial está constituido por el dinero y su aparato administrativo, así un Banco de Datos está constituido por la información y las técnicas de tratamiento de la información (programas de cómputo), de esta comparación podemos deducir que un Banco Comercial, así disponga de dinero, sino tiene un eficiente aparato administrativo es una institución destinada a la quiebra; de la misma manera un gran volumen de información por muy valioso que sea, sino tiene una técnica de tratamiento eficiente a la información, pierde significativamente su valor. En este sentido, el Banco de Datos del Modelo debe estar orientado a

proveer de manera oportuna series estadísticas, estimación de parámetros, regresiones, etc. a los submodelos que conforman el Modelo de Simulación.

La implementación de las técnicas de tratamiento de la información (programas de cómputo) comprende cinco (5) etapas (Ver gráfico N° 3 ) que se deben desarrollar paralelamente a la tarea de selección y recopilación de los indicadores socio-económicos (series estadísticas) a ser incluidas en el Banco de Datos.

- La primera etapa, comprende el diseño de la estructura de los archivos que contendrán la información, esta estructura está relacionada al volumen de información a contener, la clasificación de esta información y el método de acceso que se requiere.
- La segunda etapa, comprende la implementación de los programas de cómputo que permitirán realizar la creación y actualización de las series de tiempo contenidas en el Banco de Datos.
- La tercera etapa, comprende la implementación de los programas de cómputo que permitirán procesar y transformar la información básica para obtener lo que se denominan indicadores secundarios socio-económicos, tabulaciones, cuadros, gráficos, y en general todo tipo de información que se pueda derivar a los

indicadores básicos contenidos en el Banco de Datos.

- La cuarta etapa comprende la implementación de los programas de cómputo que permitan la construcción, estimación y simulación de modelos macroeconómicos. Esta fase tiene las mismas características que la anterior, es decir el usuario mediante lenguaje matemático corriente especificará la estructura de un modelo macroeconómico (ecuaciones que constituyen el modelo) y especificará el período de tiempo para el cual desea estimar el modelo, luego especificará qué variables incluidas en el modelo serán exógenas y cuáles endógenas y qué método de estimación desea, entonces el computador automáticamente accedará a la información requerida del Banco de Datos, luego estimará los parámetros del modelo (coeficientes de cada una de las ecuaciones); por último simulará el modelo para poder comparar la capacidad de reproducir las series históricas de las variables incluidas en el mismo.
- La quinta etapa comprende el diseño e implementación de los programas de cómputo necesarios para la obtención de las facilidades descritas en la fase previa a través de terminales interactivos conectados al computador mediante líneas telefónicas. El objetivo de esta fase es permitir al usuario obtener directamente los resultados a través del terminal sin necesidad de pedir

la información a la Oficina de Informática y Estadística correspondiente.

e) Características básicas del proceso técnico de la Simulación.

La técnica de Simulación es un proceso de cálculo que permite la solución de un modelo, el cual se identifica por el conjunto de ecuaciones que expresan las relaciones de interdependencia entre las diferentes variables que lo componen.

Para el caso de modelos econométricos, estas ecuaciones son de comportamiento y de definición o identidades contables. Su solución se efectúa de acuerdo a un conjunto de condiciones iniciales y trayectorias temporales especificadas para las variables exógenas, las cuales se vierten en un programa computable o de simulación, de manera tal que el computador calcula período tras período, los valores de las variables dependientes o endógenas; así como sus interrelacionados efectos que entre ellos se generan en el tiempo. Este proceso puede ser repetido tantas veces como se considere necesario introduciéndose diferentes valores a las variables exógenas (tanto de aquellas sujetas al control de la política económica, como de aquellas sobre cuyos valores no se tienen certeza), y en los ajustes a las ecuaciones de comportamiento; en forma tal que puedan ser comparadas directamente sus resultados y así poder escoger la combinación que se juzgue deseable.

Mediante el uso de esta técnica se pueden calcular los multiplicadores , y para ello se compara la solución control con cualesquiera de las otras soluciones alternativas en la que se le ha cambiado los supuestos. Estos multiplicadores difieren de los multiplicadores simples porque se basan en la iteración de las numerosas y complejas interrelaciones que están incorporadas en el modelo y porque muestran su trayectoria a través del tiempo, ya que en un modelo dinámico como en el mundo real, las reacciones se producen gradualmente.

La Simulación se realiza en base al método de solución simultánea de un sistema de ecuaciones de Gauss-Seidel, y su operación en el computador se hace mediante un programa FORTRAN.

Características de las diferentes fases de la Simulación :

- i. Comprobación de residuos: en esta fase la solución del sistema de ecuaciones del modelo se hace en forma independiente, es decir ecuación por ecuación; y para un período histórico elegido; de lo que se trata en esta parte es verificar determinadas condiciones de equivalencia de las variables del modelo, así como la comprobación de que el sistema de ecuaciones esté correctamente programado en FORTRAN con sus respectivos parámetros y coeficientes.

Los resultados obtenidos se verifican de acuerdo a una identificación de las variables en las condiciones siguientes :

E = Si es una variable exógena

I = Si es una identidad

B = Si es la variable dependiente de una de las ecuaciones de comportamiento.

A su vez se debe tener en cuenta que :

- a. Los valores de las variables en términos de series históricas utilizados por el modelo son extraídos del Banco de Datos, y son series que se encuentran registradas en uno de los dispositivos de almacenamiento y acceso directo del computador.
- b. Y otra sub-rutina en la que está programado el modelo, hace la solución del sistema de ecuaciones en forma independiente, cuantificando así los valores correspondientes de la totalidad de las variables del modelo.

En el caso "a" los valores se identifican por la palabra 'actual', y en el caso "b" se identifican por 'simulación'.

En tal sentido la comprobación de residuos consiste, en obtener entre las variables exógenas y las de identidad, una diferencia, entre el valor actual y simulado igual a cero, y en el caso de las variables dependientes, en las que sí se producen diferencias (caso contrario el coeficiente de determinación R sería igual a uno), estas diferencias deben ser idénticas a las calculadas



en el análisis de regresión múltiple de cada una de ellas.

Una vez que se han cumplido todos estos requisitos de comprobación, el modelo se encuentra en condiciones de hacer simulaciones ya sea para un período histórico o un período de proyección elegido.

- ii. Simulación propiamente dicha : es en esta fase que la solución del sistema de ecuaciones se hace en forma simultánea. El programa de simulación inicia su operación recibiendo información obtenida en la fase de comprobación de residuos, bajo la forma de una matriz  $X_{ij}$ , en donde 'j' es el sub-índice que delimita el número de variables exógenas y dependientes del modelo; y 'i' delimita el número de años que comprende la simulación; inmediatamente después extrae del Banco de Datos la información del año 't-1' en relación al año de inicio de la Simulación, de todas las variables endógenas que son utilizadas por el modelo, para constituirse así en el vector que alimenta los valores requeridos por las variables del lado derecho de cada ecuación en orden a como la solución simultánea lo necesite, para cuantificar simultáneamente el valor de las variables del lado izquierdo de las ecuaciones.

Para el caso de las ecuaciones de comportamiento, se va sumando algebraicamente para cada año de simulación el residuo o ajuste correspondiente obtenido en la fase de análisis de regresión múltiple, y verificado en la comprobación de residuos por el modelo; generándose de esta manera las iteraciones sucesivas, hasta el momento en que se satisface para cada ecuación una diferencia menor o igual a 0.001 (un milésimo) entre su valor calculado en la iteración 'n' y la iteración 'n-1', es decir hasta que la solución converge; calculándose así en forma consistente e interdependiente todas las variables endógenas del modelo, hasta el período que tiene como límite los valores exógenos y los ajustes del último año de Simulación.

Estas simulaciones pueden hacerse para un período muestral, o para un período de predicción. En el primer caso consiste en hacer una reproducción del comportamiento y evolución de la economía en el pasado; y en el segundo caso el de hacer la proyección del comportamiento y evolución de la economía en el futuro.

CAPITULO VI : CONCLUSIONES.

1. Cuando el Estado tiene una mayor participación en la vida económica del país, la toma de decisiones por parte del Gobierno adquiere una gran complejidad; frente a esta situación el uso de Modelos Matemáticos para la Simulación Económica, permite conocer con un adecuado grado de precisión las relaciones causa-efecto de las alternativas de decisión.
2. Las realidades que enfrenta un país en su proceso de desarrollo, imponen exigencias crecientes a su Sistema de Planificación, lo que se manifiesta en una cada vez mayor necesidad de contar con instrumentos de análisis cuantitativos que permitan un mejor sustento de los lineamientos, acciones de política y programas de inversiones de sus Planes de Desarrollo.
3. Dada la importancia que tiene el uso de los Modelos Matemáticos de Simulación en la planificación del desarrollo, el organismo de planificación respectivo, para elaborar los mismos, deberá utilizar la Econometría, las técnicas de Insumo-Producto, de Investigación de Operaciones y Computación Digital, como elementos para la preparación de dichos Modelos.

4. El Modelo es un instrumento que puede ser perfeccionado a medida que su uso sugiera posibles mejoras al usuario, o se le descubran inconsistencias. Este perfeccionamiento constante, permite cada vez más adaptar el Modelo a las necesidades prácticas de la planificación del desarrollo.
5. Por ser el Modelo un esquema integrado y completo del Plan, éste permite descubrir lagunas de información, y asimismo, crea las condiciones adecuadas para que los planificadores usen conceptos y unidades coherentes.
6. El Modelo puede tomar un carácter dinámico en la medida que conforme transcurre el tiempo, va recibiendo los datos que va necesitando, para ir corrigiendo y ajustando las proyecciones, lo que se hace con gran facilidad.
7. Cuando existe un volumen suficiente de información con un mínimo de confiabilidad, y se tiene conocimiento sobre cómo se dan las relaciones de interdependencia entre las variables del sistema económico bajo análisis, con el uso de computadoras es posible elaborar Modelos de Simulación que tracen la evolución del comportamiento económico del país, bajo condiciones alternativas o representando diversos planes y políticas.

8. Cada ecuación del Modelo tiene un significado claro y familiar para el o planificador. El Modelo efectúa ordenada e integradamente los cálculos que al planificador siempre le falta tiempo, pero no ganas de hacer; disponiendo así de mayor tiempo para realizar tareas destinadas al estudio y elaboración de las políticas y estrategias de desarrollo.
9. Un Banco de Datos, permite el tratamiento sistemático de la información, y constituye un instrumento eficaz para la recopilación, elaboración y presentación de datos; así como para el desarrollo y perfeccionamiento de las técnicas e instrumentos (Modelos) de la planificación.
10. Los trabajos de análisis de previsión, programación y evaluación requeridos en la elaboración de un Plan de Desarrollo, están adecuadamente instrumentados cuando se hace uso de un Modelo Matemático de Simulación Económica.
11. Para lograr un buen funcionamiento del Modelo y por ende buenos resultados, es necesario que el trabajo requerido para su formulación y perfeccionamiento se realice de manera permanente e institucional.

BIBLIOGRAFIA

- 1° Crecimiento Macroeconómico y Modelos de Desarrollo de la Economía Peruana.  
ERIK THORBECKE y APOSTOLOS CONDOS.  
Iowa State University - 1965
- 2° A Macroeconometric Analysis of the Medium-Term Economic Development Prospect of Peru.  
ROBERT VON SLOOTEN.  
Lima - 1968
- 3° Trade Project of Peru - UNCTAD.  
JULIAN GOMEZ.  
Prepared by the UNCTAD Secretariat - 1966
- 4° A Medium Term policy model of the economy of Peru.  
JAMES CHRISTIAN.  
Iowa State University - 1972
- 5° Econometric Models of Cyclical Behavior.  
BERT G. HICKMAN.  
National Bureau of Economics Research, New York - 1972

6° *Econometric Models for Medium-Term Economic Plan 1964-1968* of  
Japan

ECONOMIC PLANNING AGENCY GOVERNMENT OF  
JAPAN

A Report by the Committee on Econometric Methods - 1965

7° *Essays in Industrial Econometrics, Volume I.*

LAWRENCE R. KLEIN.

Economic Research Unit

Department of Economics

Wharton School of Finance and Commerce

University of Pennsylvania - 1969

8° *Modelo Dinámico con Ajuste de Flujo de Fondos.*

OSCAR VARSAVSKY.

CENDES - VENEZUELA - 1966

9° *Modelo Matemático para estudiar Políticas de Población y Desarrollo.*

CENTRO DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO - CENDES ,

de la Universidad Central de Venezuela.

Grupo de Modelos Matemáticos, 1966

- 10° Modelos Matemáticos de Planificación.  
Cuadernos de la Sociedad Venezolana de Planificación.  
CARACAS - VENEZUELA - Mayo 1970
- 11° Elementary Mathematical Macroeconomics.  
DAVID A. BOWERS.  
ROBERT N. BAIRD.  
1971 - By Prentice-Hall, INC. Englewood Cliffs, New Jersey
- 12° Investigación Operativa y Economía Cuantitativa.  
HENRI THEIL.  
JOHN C.G. BOOT.  
TEUN KOEK.  
Instituto de Econometría  
Escuela de Economía de Holanda  
Rotterdam  
Editorial Gustavo Gili, S.A.  
Barcelona - 1969