

**EL COLEGIO DE LA FRONTERA NORTE**

**MAESTRIA EN ECONOMIA APLICADA  
GENERACION 1992-1994**

**“BAJA CALIFORNIA,  
SU ECONOMIA Y SU AMBIENTE:  
EL CASO DEL AGUA.”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN ECONOMIA APLICADA  
PRESENTA:**

**Claudia Campillo Toledano.**

**Comité de Evaluación:**

**Director de Tesis: Dr. Roberto Sánchez Rodríguez.  
Lector Interno: Dr. Eduardo Zepeda Miramontes.  
Lector Externo: Dra. Ana Leticia González Palomares.**

**TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, AGOSTO 25 DE 1994.**

El presente trabajo de tesis, es solamente una muestra del esfuerzo que implica el compromiso de superación profesional que he contraído desde mi entrada al Programa de Maestría en Economía Aplicada de El Colegio de la Frontera Norte y que pienso continuar. Este afán de superación ha sido además, fomentado a lo largo de toda mi vida por quienes ahora, dedico este modesto trabajo como un pequeño homenaje por la larga cadena de sacrificios y desvelos encaminados a apoyarme en todo momento, por lo que no me queda más que decir:

**A mis padres, Carlos y Eloína; a mis hermanos Nena, Tuti, Quique, Yuri y Peque; a mi abue y a mi familia en general.**

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo de investigación es una labor difícil de realizar, particularmente cuando como en mi caso, es la primera vez que se lleva a cabo. En gran parte, este trabajo se debe a la dedicada labor de numerosas personas que de una u otra forma han ayudado a su realización. En esta ocasión, es necesario agradecer:

Primeramente, a **mis padres y toda la familia** por su apoyo y cariño incondicional.

Al **Dr. Roberto Sánchez R.**, por sus comentarios que ayudaron a enderezar el camino cuando corrí el riesgo de desviarme de él; al **Dr. Eduardo Zepeda M.**, por su crítica objetiva y sus comentarios siempre oportunos.

A todos aquellos funcionarios de diferentes instituciones gubernamentales que apoyaron este trabajo contribuyendo con diversa y valiosa información, en este contexto, quiero agradecer al **Lic. José G. Osuna**, Director General de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de la ciudad de Tijuana, al igual que a todos sus colaboradores; al **Ing. José A. Castañedo**, Director General de la Comisión de Servicios de Agua del Estado y a todo su equipo.

A todos mis maestros y amigos de la Maestría, quienes me mostraron lo que yo quiero y no quiero ser en mi desempeño profesional. Especialmente, quiero agradecer al **Dr. Thomas Kelly** y al **Dr. Mwangi wa Dithinji** de la Universidad de Riverside, por descubrir ante mis ojos la economía ambiental y sus posibilidades, además debo agradecer su apoyo y guía en la realización de esta tesis. Al **Mtro. Ricardo Santes**, Coordinador de la Maestría de Administración Integral del Medio Ambiente de el COLEF, por brindarme su tiempo y su valiosísima crítica y comentarios.

El apoyo en materia administrativa que recibí, sin duda, facilitaron mi labor como estudiante y como tesista, quiero darle las gracias a la **Sra. Rita Arteaga** y a sus colaboradores, del mismo modo, a la **Lic. Beatriz Montijo** y la **Sra. Tere Contreras** por distinguirme además, por su amistad.

Y finalmente, aunque no significa que en importancia sea el último, no sentiría completa esta sección de agradecimientos, sino hago pública mi infinita gratitud a **Alejandro Brugués Rodríguez**, quien a lo largo de estos dos años me ha llenado con su apoyo en los momentos en que la carga de la maestría parecía imposible de soportar, porque los comentarios más severos que recibió este trabajo provinieron de sus labios ayudándome a presentar un trabajo digno y profesional, tengo que agradecerle también por su cariño, su compañía y guía en todos los instantes de mi vida, Alex te amo.

A todos ellos y a quienes por razones de espacio no es posible mencionar,  
**MUCHAS GRACIAS.**

## RESUMEN

El origen de este trabajo de tesis, radica en la preocupación sobre el estado del medio ambiente en nuestro país y particularmente, en el estado de Baja California. Este estado de la república mexicana se caracteriza por la escasez de agua, que en los últimos años ha representado un serio problema debido al rápido crecimiento de sus ciudades.

Creo que es nuestro deber, como todo científico social responder al compromiso con nuestra sociedad a través del trabajo de investigación de los diversos fenómenos que ocurren en nuestro entorno; de esta forma y aunque el problema del uso y la contaminación de los recursos naturales hasta hace poco tiempo dejó de ser campo exclusivo de las ciencias naturales, la teoría económica ha tratado de encontrar repuestas a esta problemática.

Formando parte de este esfuerzo, el presente trabajo de tesis <sup>se</sup> aborda la problemática del uso y la contaminación del agua en Baja California, producto de las actividades productivas que tienen lugar en este estado. Para lograr establecer una vinculación entre el sector económico con lo que denominaremos "el sector ambiental" que comprende el uso del agua como insumo de la producción y la contaminación de éste recurso producto de las actividades productivas, se eligió un instrumento de análisis económico conocido como Matriz de Insumo-Producto, que describe detalladamente las interrelaciones existentes entre los diversos sectores económicos, de hecho, en este trabajo, se utilizará un método que amplía este instrumento de forma tal que incluya al medio ambiente y detalle las interrelaciones economía-medio ambiente. En este sentido, intentamos ampliar el análisis de los problemas de uso y contaminación que tradicionalmente se hacen para extender nuestra comprensión de este fenómeno.

## INDICE DE CONTENIDO

### PREFACIO

i

### PARTE I.- ANTECEDENTES DEL PROBLEMA AMBIENTAL Y EL CRECIMIENTO ECONOMICO.

<b>1.-Introducción.</b>	1
1.1 El estado del medio ambiente en México.	3
<b>2.- Baja California como un caso de Estudio.</b>	8
Generalidades.	8
2.1 Características sociodemográficas.	10
2.2 Análisis Económico.	15
2.3 Su Medio Ambiente.	20
2.4 La Relación Economía-Medio Ambiente.	28

### PARTE II.- LOS INSTRUMENTOS DE LA ECONOMIA TRADICIONAL APLICADOS A PROBLEMAS AMBIENTALES.

<b>3.- Antecedentes.</b>	35
<b>4.- La Matriz de Insumo-Producto.</b>	44
4.1 Origen y Características.	44
4.2 El uso de las matrices de Insumo-Producto en México.	46
4.2.1 Generalidades.	46
4.2.2 La Matriz de Insumo Producto de Baja California de 1980.	47
4.3 Proceso de Actualización.	49
4.3.1 Antecedentes.	49
4.3.2 Descripción del método de actualización de Insumo-Producto.	53

4.4 La Matriz de Insumo-Producto y el Medio Ambiente.	59
4.4.1 Antecedentes.	59
- El Modelo de Cumberland.	60
- Los Modelos de Isard-Daly.	62
- El Modelo de Leontief.	64
- El Modelo de Johnson y Bennett.	65
- El Modelo de Victor.	67
4.4.2 Descripción de la metodología utilizada.	70

### **PARTE III.- APLICACION EMPIRICA, RESULTADOS Y CONCLUSIONES.**

<b>5.- Aplicación Empírica</b>	<b>75</b>
5.1 El proceso de Actualización.	75
5.1.1 Las fuentes de información.	75
Aplicación del Método.	78
5.1.2 Reconstrucción de la Matriz de Transacciones de 1980.	78
5.1.3 Los Indices de Precios en 1988 para Baja California.	80
5.1.4 Actualización de la Matriz de Insumo-Producto para el año 1988.	80
5.2 La Introducción de las Variables Ambientales al Modelo de Insumo-Producto.	82
5.2.1 Clasificación de las fuentes de información y ordenamiento de los datos.	83
5.2.2 Estimación de la Matriz de Insumo-Producto Ambiental.	85
<b>6.-Resultados y Conclusiones.</b>	<b>86</b>
6.1 Presentación y Análisis de los Resultados.	86
6.2 Comentarios finales.	96

## **APENDICE ESTADISTICO**

Indice de Cuadros

## **APENDICE METODOLOGICO**

- I.- Las Matrices de Insumo-Producto.
- II.- Los Multiplicadores de Insumo-Producto

i  
vi

## **BIBLIOGRAFIA**

## INDICE DE CUADROS

### Figuras

Figura 1	Localización Geográfica de Baja California.	9
Figura 2	División Municipal de Baja California.	11
Figura 3	Población Total del estado.	13
Figura 4	Estructura Sectorial de la Población Económicamente Activa de Baja California.	14
Figura 5	Distribución del Ingreso Per Cápita.	15
Figura 6	Estructura sectorial de la PEA en Tijuana.	17
Figura 7	Estructura sectorial de la PEA en Mexicali.	18
Figura 8	Climas de Baja California.	20
Figura 9	Sistema de Retroalimentación de flujos de bienes ecológicos Economía-Ambiente.	28
Figura 10	La Relación Naturaleza-Sociedad.	AE

### Cuadros

Cuadro 1	Consumos de Agua por Sectores en el Estado de Baja California.	31
Cuadro 2	Sistema Contable Interindustrial Básico.	45
Cuadro 3	Matriz de Insumo-Producto de Mexicali 1965.	AE
Cuadro 4	Matriz de Insumo-Producto de Mexicali 1970.	AE
Cuadro 5	Matriz de Insumo-Producto de Baja California 1969.	AE
Cuadro 6	Matriz de Insumo-Producto de Baja California 1980.	AE

Cuadro 7 Diferentes Clasificaciones sectoriales usadas en las Matrices de Insumo-Producto de Baja California.	AE
Cuadro 8 Estructura de la Matriz de Transacciones a Actualizar.	54
Cuadro 9 El Modelo de Cumberland.	60
Cuadro 10 Los Modelos de Isard y Daly.	63
Cuadro 11 El Modelo de Leontief.	65
Cuadro 12 El Modelo de Johnson y Bennett.	66
Cuadro 13 Modelo modificado de Victor.	72
Cuadro 14 Matriz de Transacciones Reconstruida 1980.	AE
Cuadro 15 Indices de Precios de 1988.	AE
Cuadro 16 Matriz de Insumo-Producto de Baja California Actualizada 1988.	AE
Cuadro 17 Estadísticas del Sector Ambiental de Baja California.	AE
Cuadro 18 Matriz de Insumo-Producto "Ecológica" de Baja California 1988.	AE
Cuadro 19 Multiplicadores de Insumo-Producto.	AE
Cuadro 20 Comparación del Ordenamiento Sectorial de Acuerdo al Multiplicador de Consumo de Agua y al Consumo Directo de Agua.	95

La notación AE significa que los cuadros se encuentran en el Apéndice Estadístico al final de este trabajo

## PREFACIO

El estado de Baja California ha sufrido cambios muy importantes en los años ochenta tanto en su estructura económica como en lo referente al crecimiento de sus ciudades y su población. En varios sentidos, esta entidad enfrenta diversos retos derivados de tales cambios y de la serie de transformaciones en el régimen económico del país implementado por el gobierno federal. Sin embargo, los problemas que actualmente deben enfrentarse no son sólo de tipo económico y de servicios públicos sino que además los problemas del uso y contaminación de sus recursos naturales requieren soluciones que integren eficazmente estos aspectos, en este sentido es que surgen preguntas como:

¿Qué impacto ambiental tiene el crecimiento económico?, y ¿Cuál será el impacto económico de medidas de protección ambiental?

El presente trabajo de tesis tiene como propósito fundamental/proponer una herramienta analítica que describa el grado de vinculación e interdependencia que existe entre la actividad económica y el medio ambiente, de manera tal que pueda responderse a estas interrogantes./ Se incluye también la validación empírica de la herramienta propuesta al hacer una aplicación de ésta última en el estado de Baja California, además se analizará la viabilidad del uso del instrumento

propuesto para responder nuestras preguntas. Para efectos de este ejercicio, se ha seleccionado el agua como representante de los bienes ambientales\* fundamentalmente debido a la importancia que tal recurso tiene dentro la problemática ambiental y económica de este estado.

La consecución de nuestros objetivos se realizará en tres pasos, mismos que han servido como guía para la estructura de este trabajo, así en un primer apartado puede verse una breve revisión de los antecedentes de la problemática ambiental y el crecimiento económico en el contexto internacional, se aborda igualmente de manera general la situación del medio ambiente en México y particularmente las características y los problemas que enfrenta el estado de Baja California.

El siguiente apartado comprende una discusión de los instrumentos que la economía tradicionalmente ha usado y algunas de las aplicaciones que se han hecho de estos para responder a problemas ambientales, se analizan algunas propuestas hechas al respecto, para que a partir de los resultados de esta sección se proceda a elegir el método que será utilizado, una vez que se ha elegido éste, se hace una descripción detallada del mismo y de las modificaciones metodológicas que se realizarán para incluirle las consideraciones ambientales.

---

\* De acuerdo con una amplia revisión de la literatura sobre Economía Ambiental, podemos considerar que el medio ambiente provee de una corriente de dos tipos de satisfactores a la sociedad: por un lado están los *recursos naturales*, éstos se consideran dentro de la economía ambiental como *bienes o insumos* de la producción, es decir, ahora se manejan como activos o bienes de capital no reproducible, no sólo como miembros de la naturaleza como tradicionalmente se hacía. Por otro lado, las actividades que realiza la naturaleza nos ofrecen condiciones necesarias para la supervivencia del género humano en el planeta, son consideradas como *servicios ambientales*. Se les incluye también a los bienes y servicios ambientales en conjunto con los productos de desecho de los procesos productivos en un grupo conocido como *mercancías ecológicas*, donde los dos primeros forman parte de un flujo proveniente de la naturaleza hacia el interior de los procesos productivos y el último como el flujo producto de tales procesos.

La tercera parte comprende la descripción de la aplicación realizada empíricamente con el objeto de detallar las modificaciones que se realizaron para adecuar los métodos a la disponibilidad de información -que en nuestro caso se constituyó como uno de los principales problemas a enfrentar- y además, se describe el manejo que se hizo de éstos últimos para adecuarlos a los requerimientos de los métodos usados.

De igual modo, en este apartado el lector podrá encontrar el análisis de los resultados obtenidos así como algunos comentarios respecto a esta investigación y a sus posibles aplicaciones.



# PARTE I.- ANTECEDENTES DEL PROBLEMA AMBIENTAL Y EL CRECIMIENTO ECONOMICO

## 1.- INTRODUCCION

Los recursos naturales mundiales han sufrido un continuo y prolongado deterioro como producto de la evolución de las organizaciones sociales del género humano y de sus actividades de reproducción.

La destrucción de los sistemas ecológicos se ha venido dando gradualmente a lo largo de la historia de la humanidad, sin embargo, en las últimas décadas debido al desarrollo de las ciencias y la tecnología, el hombre ha ampliado su capacidad para hacer uso de los recursos naturales en forma más extensiva. Esto ha traído como consecuencia que el manejo inadecuado del medio natural haya provocado que se ponga en peligro la estabilidad de los sistemas ecológicos. Según algunos pronósticos de expertos esta tendencia podría provocar alteraciones globales que son considerados como efectos de este proceso de deterioro del ambiente<sup>1</sup>.

Existen otros factores que afectan de manera importante al ambiente, uno de los más importantes es el relativo a la población, ya que ésta está creciendo de una manera sin precedente.

---

<sup>1</sup> Existe una amplia literatura sobre el deterioro ambiental a corto y largo plazo. Por ejemplo, los Reportes del Banco Mundial (1992) y del Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (1992), de acuerdo al trabajo de Mármora (1992):

\*1) En el año 2050, la temperatura media terrestre será probablemente de 1.5 a 4.5 grados centígrados más alta que en la actualidad.

2) Antes, en el 2010, como consecuencia del mismo fenómeno, el nivel del mar se elevará de 1.4 a 2.2 metros.

3) El agujero que se abre paulatinamente por encima de la Antártida delata el inicio probable de un adelgazamiento global de la capa de ozono." en Leopoldo Mármora, "La Ecología en las Relaciones Norte-Sur: el debate del Desarrollo Sustentable" publicado en Comercio Exterior, Vol. 42, No.2, México, 1992.

Este siglo pasó de 1600 a 5000 millones de habitantes, con una distribución desigual, pues 4 de 5 partes de esta población vive en los países del Tercer Mundo, en el siglo XXI según cálculos de la Organización de Naciones Unidas (ONU) serán de 8 mil a 14 mil millones de personas las que habiten el planeta, estimándose que en América Latina cerca del 44% de la población que habitará esta región estará en condiciones de pobreza<sup>2</sup>. Esto es importante, ya que el crecimiento poblacional obliga a que se incremente el volumen de producción de bienes y servicios -en cuyos procesos es necesaria la utilización de los recursos naturales- que son indispensables para satisfacer las necesidades de esta creciente población.

Haciendo eco de esta preocupación, la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, encabezada por la Primera Ministro Noruega *Gro Harlem Brundtland*, realizó una investigación al respecto, la Comisión publicó en 1987 un informe que reconoce de manera general la problemática ambiental y donde se señala como imprescindible para la solución de los problemas ambientales encontrar el equilibrio entre el medio ambiente y los sistemas económicos, asimismo, considera necesaria la cooperación internacional, especialmente de los países desarrollados hacia los del tercer mundo, ya que según este informe, son éstos últimos los que sufren un mayor grado de deterioro en sus recursos<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> De acuerdo al Método de la Línea de Pobreza, tomado de Proyecto Regional para la Superación de la Pobreza, PNUD, "Magnitud y Evolución de la Pobreza en América Latina" publicado en *Comercio Exterior*, Vol. 42, No. 4, México, Abril de 1992.

<sup>3</sup> ONU., Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, "*Informe Brundtland*". New York, 1988.

En este sentido, es conveniente aclarar que algunas de las causas que han originado esta problemática en este tipo de países ha sido sin duda el uso indiscriminado de sus recursos, empujados por la presión de satisfacer las necesidades de una creciente población en sus necesidades básicas como alimentación, hogar y empleo.

Todo esto ha conducido a una larga discusión acerca de los estilos de desarrollo económico<sup>4</sup> que deben ser adoptados por los países, de tal manera que no represente ninguna amenaza a su medio ambiente. En este trabajo de tesis, no se abordará esta discusión, sin que esto signifique de ninguna manera que no se considere importante, particularmente cuando nuestro país enfrenta una serie de retos económicos y de justicia social cuyas soluciones tendrán inevitablemente que incluir consideraciones ambientales..

## **1.1 EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE EN MEXICO**

Ahora bien, indudablemente todos los países se encuentran ligados no sólo por vínculos económicos sino que el desarrollo de las ciencias y de los medios de comunicación han contribuido para que las relaciones socioculturales entre los países sean cada vez mayores. México no es un país que se encuentre al margen de los procesos económico-sociales que ocurren

---

<sup>4</sup> La literatura al respecto es bastante amplia, pero puede encontrarse una amplia revisión de tal discusión en el contexto latinoamericano en la obra de Osvaldo Sunkel, et. al. "Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina", Fondo de Cultura Económica, México, 1981.

en el contexto mundial, nuestro país se encuentra cada vez más inmerso dentro de la dinámica internacional, como producto de un proceso de integración creciente de bloques económicos.

Durante los últimos decenios, el concepto de medio ambiente dejó de ser de uso exclusivo de las ciencias biológicas, físicas o antropológicas, para incorporarse de manera creciente en la planificación del desarrollo. Este aumento en la importancia de los problemas ambientales en los países -incluyendo México- ha propiciado un proceso de concientización de las masas, mismo que ha generado como consecuencia, un incremento de las presiones populares en pro de las causas a favor de la protección y conservación de los recursos ambientales que signifiquen justicia social para los grupos más desposeídos de la población, que por décadas han sido víctimas de la pobreza debida en gran parte a una inadecuada planeación del desarrollo en nuestro país.

A partir de 1983 se pone en marcha por primera vez en la historia de las administraciones federales en nuestro país, el denominado Plan Nacional de Ecología que se planteó el objetivo de *"...reorientar el rumbo y el modelo de desarrollo, asegurando el aprovechamiento racional y sostenido de los recursos y el mejoramiento de la calidad de vida de la población..."*<sup>5</sup>

Sin embargo, *Leff*<sup>6</sup> señala que la respuesta del Estado a los procesos de deterioro ambiental ha sido tardía y que además no se ha incubado un proceso de planeación de largo

---

<sup>5</sup> Tomado de Leff, Enrique., "Medio Ambiente y Desarrollo en México". Vol. I, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades UNAM, México, 1990.

<sup>6</sup> *Ibidem*, pág.8

alcance para lograr una gestión ambiental de carácter transectorial, que se traduzca en la evaluación, selección e implementación de prácticas productivas alternativas, que antes de destruir los recursos y degradar el ambiente, sean capaces de aprovechar el potencial que éstos ofrecen para un desarrollo sostenido.

Numerosos científicos mexicanos como *Leff*, opinan que la crisis ambiental ha sido el efecto del estilo de desarrollo adoptado por el país desde los años cuarenta. Este patrón de crecimiento ha tenido como consecuencia un proceso de deterioro ambiental y de destrucción de la base de recursos naturales, que son la condición necesaria para asegurar el desarrollo de la nación, y para elevar el nivel material y la calidad de vida de la población de manera integral.

Estas políticas favorecen una explotación depredadora de los recursos naturales, con altos beneficios económicos en el corto plazo, pero que afectan seriamente la base de conservación de los suelos, la productividad de las tierras y regeneración de los recursos, elementos indispensables para el futuro desarrollo del país. En este sentido, el resultado del presente trabajo permitirá a los responsables de la política económica contar con una herramienta que aporte información tanto de los aspectos económicos como de los ambientales, y que les posibilite la toma de decisiones respecto al futuro desarrollo económico de una región tomando en cuenta el uso adecuado de sus recursos.

Dentro de la historia moderna de nuestro país ya se encuentran incluidas preocupaciones respecto al uso, el agotamiento y la contaminación de los recursos naturales. Durante el sexenio

de Miguel De la Madrid se implementaron una serie de acciones para la conservación de los recursos naturales del país y para prevenir, mitigar y corregir los impactos negativos del ambiente, según Leff la SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) estableció un Sistema Nacional de Areas Protegidas que fue ampliado a 65 áreas naturales y a casi 5 millones de hectáreas de territorio y promovió "unidades de producción y restauración ecológica"; se construyeron una red nacional de monitoreo de calidad del agua, plantas de tratamiento y sistema de alcantarillado entre otros; sin embargo, esto no ha sido suficiente, ya que estos esfuerzos han sido rebasados por los acelerados ritmos de crecimiento de la población.

A pesar de todo lo anterior, México es un país que cuenta con una inmensa riqueza en lo que respecta a recursos naturales, y aún con los altos niveles de degradación ambiental que han sufrido durante los últimos decenios, constituyen una base de recursos amplia. Los procesos de deterioro ambiental a lo largo del territorio nacional han sido objeto de numerosos estudios, como el de Boege, Eckart y Rodríguez, Hipólito<sup>7</sup> que analizan la problemática del deterioro ambiental en el Estado de Veracruz, la anteriormente citada obra de Leff<sup>8</sup> donde se presenta una compilación de trabajos realizados en diferentes partes de la república.

---

<sup>7</sup> Boege, Eckart y Rodríguez, Hipólito., "Desarrollo y Medio Ambiente en Veracruz", Fundación Friedrich Ebert Stiftung/Instituto de Ecología A.C./ CIESAS-GOLFO, 1a. Ed., 1992, 303 p.

<sup>8</sup> Existen innumerables trabajos que detallan ampliamente la riqueza que nuestro país posee, sería imposible mencionarlos a todos, en la obra de Leff que ya se ha citado aquí, podemos encontrar algunos trabajos como los de José Sarukán y José Manuel Maass, Rosario Casco, Fernando Tudela, Julia Carabias, entre otros que arrojan datos como los siguientes que nos dan una idea de la riqueza de nuestro país:

- a) Cuenta con más de 20,000 especies de flora fanerógama, de las cuales 3,500 viven exclusivamente en México.
- b) Es el país de América Latina con mayor número de vertebrados terrestres endémicos, con 439 especies de las cuales 140 son exclusivas del país.

Ahora bien, Baja California se constituye como un caso interesante de estudiar, pues este es un estado fronterizo con los Estados Unidos donde se presentan una serie de condiciones que difieren grandemente del resto del país en aspectos tales como el clima y algunas características especiales de los suelos, condiciones que influyen tanto en su vida económica como en la social.

Debe recordarse además, que el norte de México es el caso más representativo de grandes extensiones afectadas por la limitada disponibilidad superficial y subterránea de agua. Siendo éste recurso uno de los que merece una especial y mayor atención por su importancia como parte del engranaje del desarrollo regional.<sup>9</sup> En este sentido, el estado de Baja California se distingue por poseer un clima semidesértico, con un escaso número de afluentes que le surten de agua.

Aunado a esto, en la década de los ochenta, Baja California ha experimentado un acelerado crecimiento de sus ciudades, por lo que esta región tiene que enfrentar actualmente una serie de problemas asociados con su acelerado crecimiento económico, tales como un creciente déficit en servicios públicos, protección ambiental e infraestructura urbana que representan ahora graves obstáculos para su futuro desarrollo<sup>10</sup>, ya que de acuerdo con Méndez, Elizabeth, "en la

---

c) Cuenta con alrededor de 1,000 especies de aves, con 957 especies de anfibios y reptiles y 504 especies de peces en aguas territoriales.

<sup>9</sup> Bassols, Batalla, Angel., "Recursos Naturales de México. Teoría, Conocimiento y Uso". 20a. Ed., Nuestro Tiempo, 370 p., México, 1978.

<sup>10</sup> Esto se confirma en numerosos estudios realizados por investigadores de El Colegio de la Frontera Norte y es posible ampliar esta visión en las publicaciones que este mismo organismo tiene, especialmente en la Revista Frontera Norte, editada semestralmente y donde resaltan los trabajos de Tonatiuh Guillén, y Roberto Sánchez entre otros.

*frontera norte el problema del agua se observa como un determinante básico que quizás afecte la dinámica del desarrollo en un futuro no muy lejano".<sup>11</sup>*

## **2.- BAJA CALIFORNIA COMO UN CASO DE ESTUDIO**

### **GENERALIDADES**

El Estado de Baja California está localizado en la esquina Noroeste de México y ocupa la parte norte de la península del mismo nombre. Desde la Frontera de los Estados Unidos, su territorio se extiende aproximadamente 404 millas de Norte a Sur hasta encontrarse con el Estado de Baja California Sur, como puede observarse en la figura 1.

---

<sup>11</sup> Méndez Mungaray, Elizabeth "La Distribución del Agua en Tijuana como Factor de Marginalidad Urbana" COLEF/ Universidad Autónoma de Cd. Juárez, COLEF I *Frontera y Medio Ambiente*, vol.V, Tijuana, 1993



Figura 1. Localización del Estado de Baja California

Con un área de 27,648.30 millas cuadradas, Baja California es considerado el onceavo estado más grande de México. Sus costas son de alrededor 966.40 millas, 546.87 de las cuales están localizadas en el lado del Pacífico y 419.53 en el Mar de Cortés.

Este estado, tiene una superficie variable donde contrastan los lomeríos, sierras, valles y grandes desiertos<sup>12</sup>. Las altitudes van desde el nivel del mar hasta los picos más altos, tales como el Pico del Diablo que se constituye como uno de los más importantes puntos en el área, situado a 10,170 pies sobre el nivel del mar.

El sistema orográfico peninsular se enlaza con las montañas de la Alta California, sobre todo con la Sierra Nevada, sus ríos incluyen El Colorado, la principal fuente de abastecimiento de agua para uso doméstico y agrícola de las principales ciudades en el estado, sirve además de frontera natural entre Baja California y el estado de Sonora y fluye hacia el Mar de Cortés.

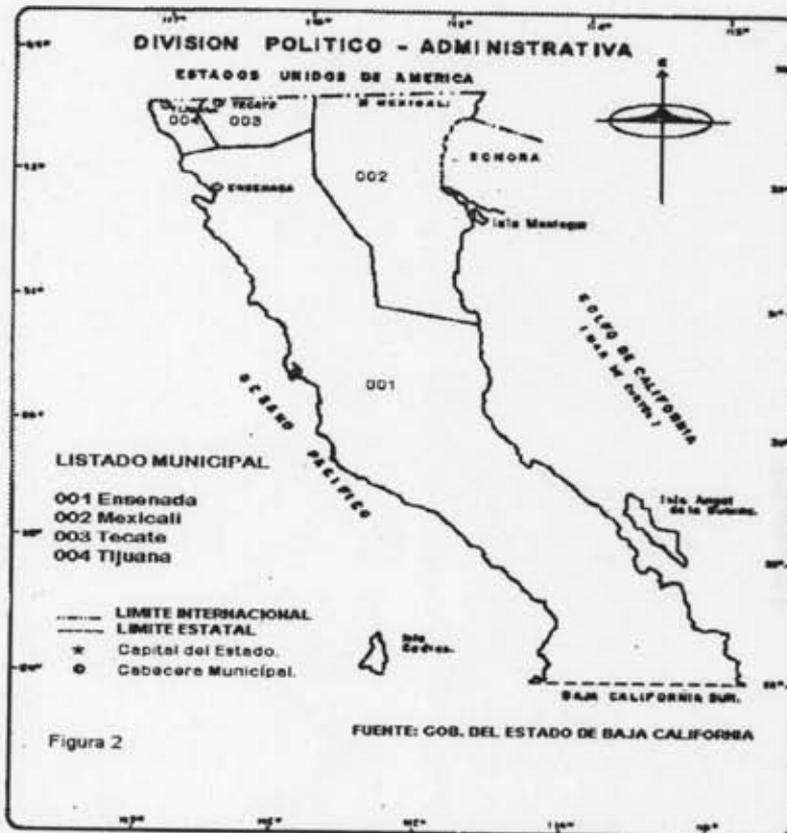
El clima es predominantemente seco y muy caluroso, la lluvia es escasa en la mayor parte del estado, especialmente en las costas del Golfo de California, donde por ejemplo en la región del delta del Río Colorado se registra un promedio de 1.6 pulgadas de lluvia por año.

---

<sup>12</sup> José Delgadillo en "Florística y Ecología del Norte de Baja California", editado por la Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, 1992.

## 2.1 CARACTERISTICAS SOCIODEMOGRAFICAS

El estado de Baja California está dividido en cuatro municipios:



El primero y más extenso es Ensenada, con una superficie de 20,274.38 millas cuadradas, en este municipio se encuentra localizado el puerto más importante del estado: el Puerto de Ensenada.

Mexicali es la capital del Estado, es el segundo municipio en cuanto a su extensión territorial, posee un área de 5,380.53 millas cuadradas.

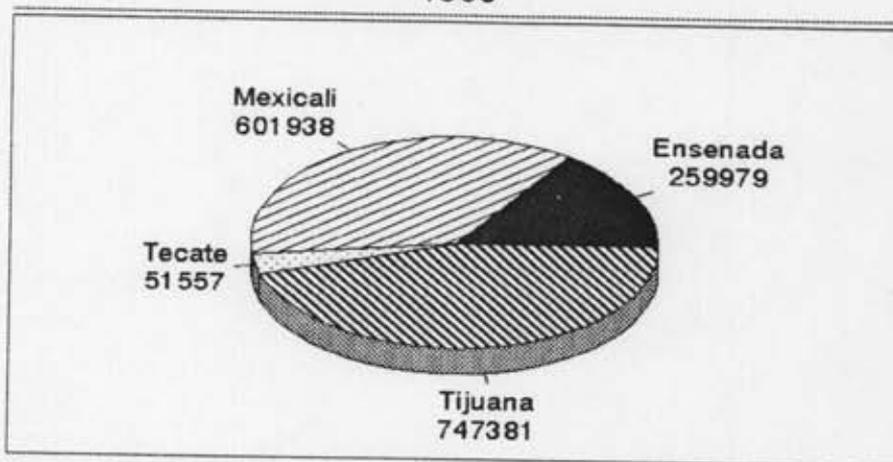
Tecate es el tercero, aunque es el más joven y menos poblado de los municipios ocupa un área de 1,381.62 millas cuadradas.

Al final, el cuarto municipio que es el más poblado y que tiene el crecimiento más rápido de todos los demás municipios del estado, es Tijuana que aunque posee tan sólo 611.73 millas cuadradas, concentra la mayor parte de la actividad económica del estado.

La población del estado ha crecido a un ritmo de 3.6% anual, basados en el hecho de que el grupo de edad de menores de 15 años constituye el 34.3% de la población, es posible afirmar que Baja California tiene una población joven. El promedio de habitantes por kilómetro cuadrado en el estado es de 25.48, distribuido como sigue; 5.53 en Ensenada, 48.08 en Mexicali, 16.03 en Tecate y 522.69 en Tijuana.

La población total del estado para 1990 es de 1'853,761 habitantes, de los cuales el 15.7% corresponden a Ensenada, 36.2% a Mexicali, 3.1% a Tecate y el 45% a Tijuana, como se observa en la figura número 3.

## POBLACION TOTAL DE BAJA CALIFORNIA 1990



Fuente: INEGI. Censo General de Población y Vivienda, 1990.  
Figura 3

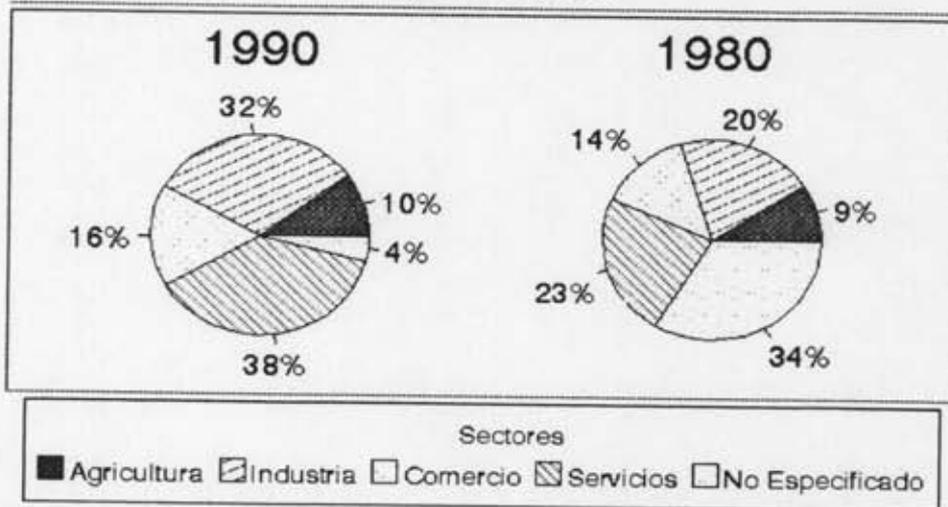
El crecimiento poblacional entre los municipios no ha sido el mismo, Mexicali registró una tasa de crecimiento anual de 1.7%, mientras que en Tecate se registró un crecimiento de 5.5%, Tijuana un 5.1% y Ensenada un 4.1% de crecimiento anual.

La población económicamente activa<sup>13</sup> del estado, representa el 49,4% de la población, esto indica un importante crecimiento de la fuerza de trabajo ya que para el año de 1970 el crecimiento de éste fue de 41.6%. Distribuida por sectores económicos tenemos que el 55.7% se encuentra en el sector de Comercio y Servicios, el 42.2% en el sector Manufacturero y el 2.1% en los sectores de Agricultura y Pesca. Así, la industria manufacturera absorbe a la mayoría de la

<sup>13</sup> Esta clasificación incluye el grupo de edad de 12 años o más.

población trabajadora con una participación de 39%, seguido de un 32% en el sector de servicios y un 20% del comercio<sup>14</sup>, como la figura 4 lo ilustra.

### ESTRUCTURA SECTORIAL DE LA P.E.A. Baja California



Fuente: Censos Generales de Población y Vivienda 1980, 1990  
Figura 4

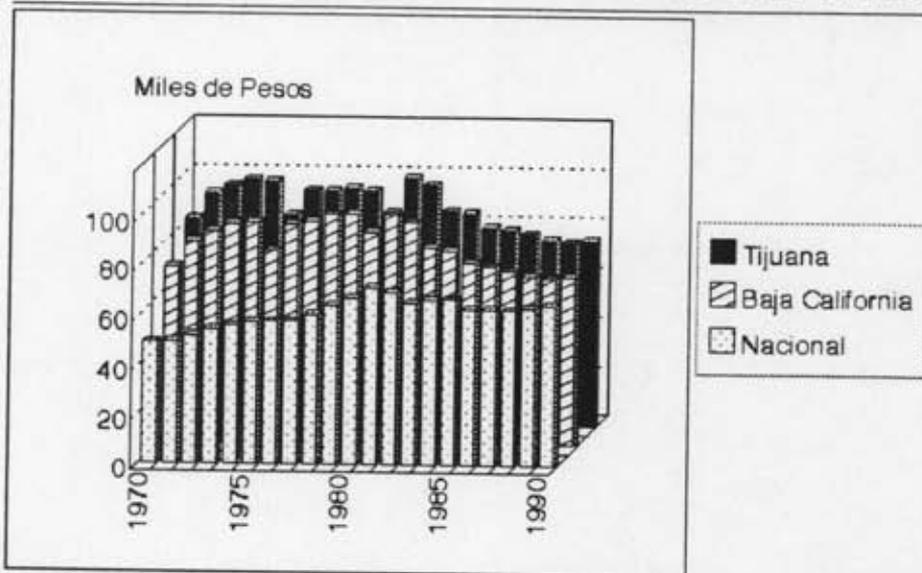
En el caso de las estadísticas para el año de 1980, encontramos que el renglón de No especificado concentra una parte importante de los datos, desafortunadamente, no existe ninguna forma por medio de la cual evitar la dificultad del análisis de tal información, en nuestro caso, esto podría significar cierto nivel de problema.

<sup>14</sup> Estas estadísticas fueron tomadas de "Estadísticas Básicas de Baja California 1990", editada por la Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de Baja California.

## 2.2 ANALISIS ECONOMICO

Durante los primeros años de la década de los ochenta el estado de Baja California experimentó un proceso de expansión económica y poblacional que difiere del panorama recesivo predominante en el resto del país en esa época, aunado a este fenómeno, la región experimentó la llegada de un importante flujo de personas procedentes del interior del país, de tal magnitud que ha provocado que el crecimiento poblacional ha igualado o incluso superado el crecimiento económico. Así pues, el ingreso per cápita del estado se estancó e inclusive decayó al final de esta década (vea figura 5).

### PRODUCTO INTERNO BRUTO PERCAPITA



Fuente: INEGI, Diversas publicaciones.  
Figura 5

Sin embargo, estos procesos de crecimiento poblacional y económico no tuvieron las mismas características a lo largo de todo el territorio del estado. Entre los diferentes municipios es posible observar que el patrón de crecimiento observa divergencias importantes, por ejemplo, Tijuana se constituye como el municipio con el mayor dinamismo tanto en el crecimiento de su población como en su desarrollo económico.

Por otro lado, en Mexicali es posible distinguir que estos procesos de crecimiento se han realizado con un relativo rezago respecto a Tijuana, es muy probable que en éste último las tasas de crecimiento económico y de población sean las más altas de la región, como se observa en las estadísticas que presentamos.

Para dar una idea de esta situación, en Tijuana ha aumentado la importancia de la ocupación manufacturera respecto a la ocupación total de la población trabajadora, del mismo modo, el número de empleados en el sector de servicios se ha incrementado en la última década de un 23% hasta un 38% del total de la población ocupada en la ciudad, la figura 6<sup>15</sup> nos muestra esta situación y el comportamiento de las demás ramas de actividad económica en este municipio.

---

<sup>15</sup> En las estadísticas de 1980 el renglón de "No Especificado" es muy grande, pudiendo esto representar alguna variación en el análisis presentado.

## POBLACION OCUPADA EN TIJUANA POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA

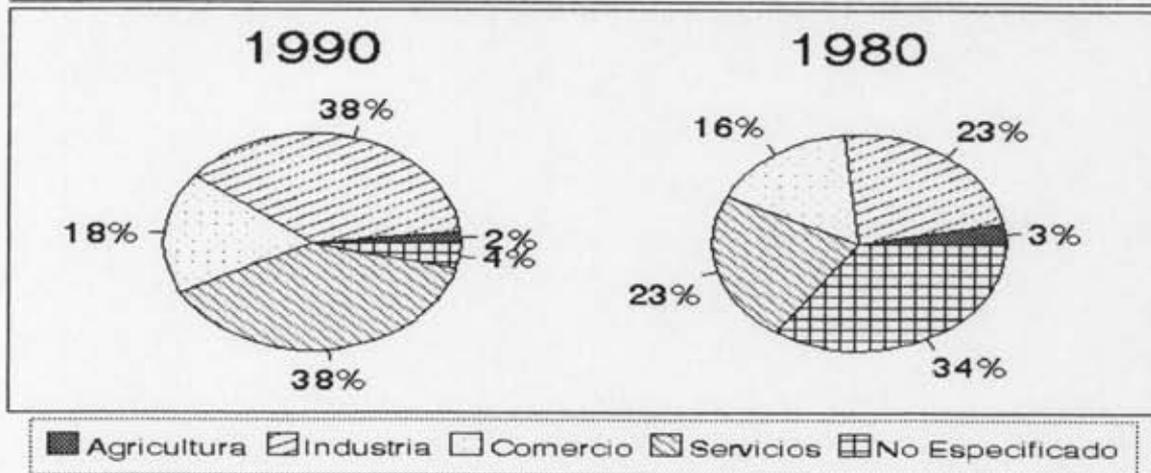
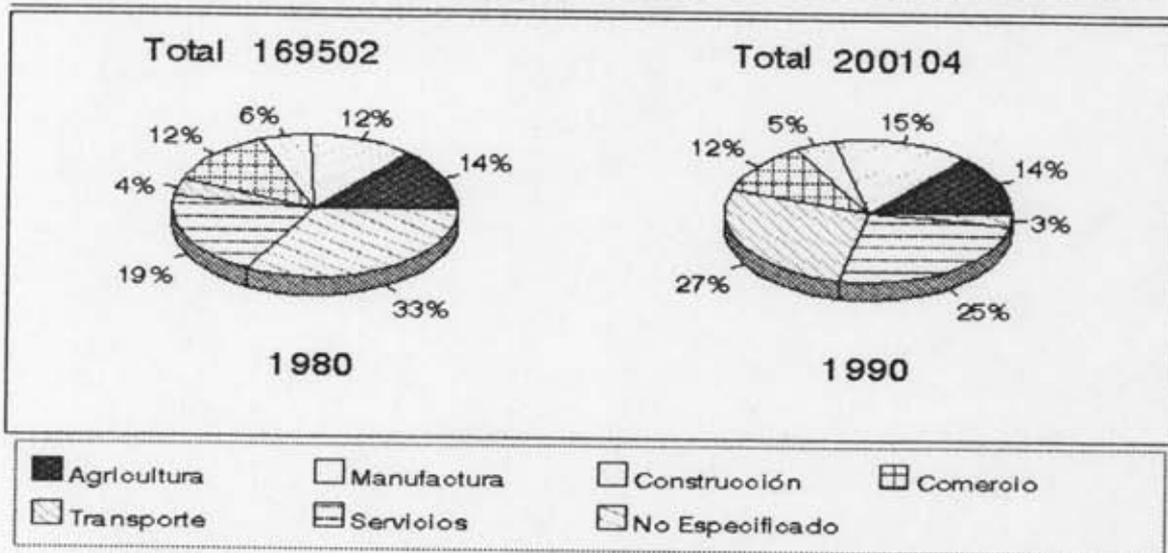


Figura 6  
Fuente: INEGI. Censos Generales de Población y Vivienda 1980, 1990.

No obstante el relativo rezago del que ya hablábamos anteriormente, la estructura económica de Mexicali se caracteriza por tener un sector primario bastante desarrollado y que se constituye en el más importante tanto en lo que respecta a sus niveles de producción y empleo, para este municipio además, también existe la presencia de los sectores industrial y manufacturero con una integración mayor a la región y al resto del país, la figura 7 nos da muestra de esto.

## POBLACION OCUPADA EN MEXICALI POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA



Fuente: INEGI. Censos Generales de Población y Vivienda 1980, 1990  
Figura 7

El dinamismo del crecimiento económico de la región no está influenciado únicamente por cuestiones coyunturales de la política económica mexicana en particular, y del contexto macroeconómico nacional, sino también se ha visto afectado por los cambios en la economía del vecino estado de California en los Estados Unidos<sup>16</sup>, ya que además de existir una vinculación sectorial importante, existen evidencias de que el aspecto laboral es significativo para ambas

<sup>16</sup> En diversos trabajos del Departamento de Estudios Económicos de El Colegio de la Frontera Norte, puede encontrarse información que confirma esta afirmación, de acuerdo con el trabajo de Manuel Valenzuela V, "Estimación del PIB para los estados fronterizos a partir de un modelo de desagregación" ponencia presentada en el COLEF II, 1992, "la franja fronteriza norte de nuestro país -y particularmente ciudades como Tijuana- responde a la influencia combinada del ciclo económico estadounidense y mexicano."

economías, de acuerdo a trabajos realizados por investigadores de El Colegio de la Frontera Norte<sup>17</sup> el número de trabajadores mexicanos que realizan una actividad productiva en aquel estado y que tienen su residencia en Tijuana -denominados trabajadores transfronterizos- fue de 18172 en el año de 1987, dicha información fue obtenida a través de la Encuesta Socioeconómica de la Frontera, que se realizó bajo los auspicios de esta institución..

De acuerdo con *Alegría, Tito*<sup>18</sup> los ingresos de los trabajadores transfronterizos para ese mismo año representaron alrededor de el 10 y 15% del dinero con que se consumía semanalmente en las ciudades fronterizas, esto nos demuestra sin lugar a duda que la dependencia entre las ciudades mexicanas y sus vecinas en los Estados Unidos es enorme. De esta forma, puede afirmarse con la información que este tipo de trabajos nos proporciona, que cualquier crisis que sufra el estado de California afectará también la vida económica de Baja California.

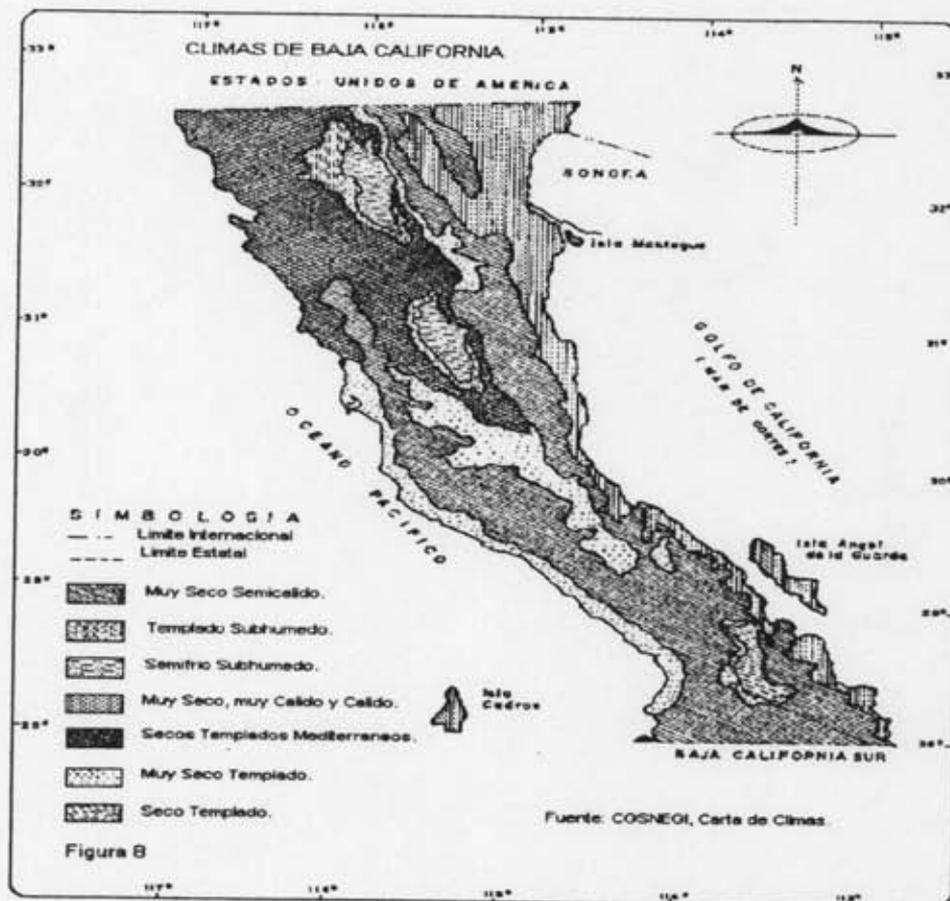
---

<sup>17</sup> Alegría, Tito., "Ciudad y Transmigración en la Frontera de México con Estados Unidos" en *Frontera Norte*, Vol.2, No.4, Julio-Diciembre 1990, El Colegio de la frontera Norte, Tijuana, Baja california, 1990.

<sup>18</sup> *Ibidem*, pág 25.

### 2.3 SU MEDIO AMBIENTE

Anteriormente mencionamos que el estado de Baja California posee en gran parte un clima seco caluroso, aunque también existen algunas variantes de éste, que pueden ser observadas en la siguiente figura <sup>19</sup>:



<sup>19</sup> Los climas que se registran para Baja California son: Seco caluroso que va desde el templado subhúmedo con lluvias en invierno, el semiseco templado, hasta el seco templado, de acuerdo a la información que presentan los Anuarios Estadísticos del Estado en diversas ediciones.

Posee además, suelos de origen volcánico que presentan relativa pobreza para la agricultura; además debido al clima semidesértico que prevalece y a los altos grados de erosión, se determina principalmente la presencia o ausencia de vegetación<sup>20</sup>, de acuerdo con un estudio realizado por *Delgadillo*<sup>21</sup> la provincia florística de Baja California incluye bosques de coníferas y con aproximadamente 795 géneros y 4,452 especies de plantas nativas.

De sus recursos naturales, el que más ha sufrido los embates del crecimiento socioeconómico del estado de Baja California es el agua, ya que no existe una gran cantidad de fuentes de las cuales pueda proveerse; la ausencia de lluvia en la mayor parte del año acentúa el problema que cada vez cobra crecientes dimensiones con el acelerado ritmo de crecimiento poblacional y económico.

Un claro ejemplo de esta problemática es el que se encontró en las dos ciudades con más densidad de población en Baja California -Tijuana y Mexicali-, ambas poseen una muy reducida fuente de aprovisionamiento del vital líquido, el Municipio de Tijuana posiblemente es el más afectado dada la lejanía de su principal fuente -el Río Colorado- de donde se extraen 2,000 de los 2,267 litros por segundo necesarios para satisfacer el consumo en el año 1991 según los informes de la Dirección de Planes de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado; por otro lado, Mexicali

---

<sup>20</sup> Según Álvarez López, Juan., "El Medio Ambiente en el Desarrollo Económico de la Frontera Norte de México". Cuadernos de Economía, Serie 3, No.5, Fac. de Economía, UABC, Tijuana, Baja California, 1988.

<sup>21</sup> Delgadillo, José op. cit., pág. 85.

satisface sus necesidades de los 2,284 litros por segundo que son extraídos de la Presa Morelos, que es una presa relativamente pequeña con una capacidad de almacenamiento de 3'000,000 metros cúbicos.

Considérese además, que el servicio público de estos municipios aún es insuficiente para proporcionar agua a la totalidad de sus habitantes<sup>22</sup>: por ejemplo, de las 161,338 viviendas que se estima tiene el municipio de Tijuana sólo 92,285 gozan del servicio de agua entubada dentro de la vivienda; del mismo modo, en el municipio de Mexicali se presenta este fenómeno ya que solamente 86,614 viviendas de las 131,515 que están asentadas en este municipio posee dicho servicio<sup>23</sup>.

Para dar una idea de los ritmos de consumo de agua, mencionaremos lo que encontramos en un trabajo de *De la Parra, Carlos*, y que nos da una idea clara del problema:

*“los consumos de agua en Tijuana se triplicaron durante los años ochenta. Al inicio de la década Tijuana consumía poco más de 21 millones de metros cúbicos al año; en 1989 se consumieron 64*

---

<sup>22</sup> Elizabeth Méndez Mungaray hace un análisis interesante vinculando los grados de marginalidad urbana a la distribución del agua en la ciudad de Tijuana, y detalla ampliamente las características de los consumidores de tal recurso, ampliando nuestro conocimiento respecto a la problemática urbana y un recurso natural de vital importancia para la supervivencia. El trabajo a que nos referimos es el denominado “La Distribución del Agua en Tijuana como Factor de Marginalidad Urbana” COLEF/ Universidad Autónoma de Cd. Juárez, COLEF I *Frontera y Medio Ambiente*, vol.V, Tijuana, 1993.

<sup>23</sup> Estas estadísticas se tomaron del Anuario Estadístico de Baja California, 1992.

*millones de metros cúbicos de agua, de los cuales 54 millones fueron provenientes del Río Colorado”<sup>24</sup>.*

Todo lo anterior nos ejemplifica solamente una parte del problema, es decir hasta ahora sólo se ha tratado el consumo de agua en las ciudades, ahora bien, debe recordarse que el municipio de Mexicali se caracteriza por la presencia de un sector agrícola de considerable magnitud e importancia para el estado, el consumo que este sector hace del vital líquido debe tomarse en cuenta también ya que éste es utilizado como uno de los insumos más importante de la producción de este sector.

Puede afirmarse sin lugar a duda que la producción agrícola del Valle de Mexicali representa una gran parte de la producción agrícola del estado con cerca del 67.1% de la producción total, de la misma forma, casi el 67.8%<sup>25</sup> de las áreas de riego del estado, están ubicadas en este municipio.

El uso y aprovechamiento del agua en el sector agrícola del estado ya ha sido objeto de diversos estudios<sup>26</sup> de acuerdo con *Bernal, Francisco, “el Valle de Mexicali recibe una dotación*

---

<sup>24</sup> De la Parra, Carlos Alfonso., “Los recursos hidráulicos de la Cuenca del Río Tijuana y su Aprovechamiento” COLEF/ Universidad Autónoma de Cd. Juárez, COLEF | *Frontera y Medio Ambiente*, vol.V, Tijuana, 1993.

<sup>25</sup> Esto fue estimado en base a los datos del Anuario Estadístico ...op. cit.

<sup>26</sup> Pueden señalarse entre los más destacados los realizados por José Luis Trava M., Jesús Román Calleros y Francisco A. Bernal R., investigadores de El Colegio de la Frontera Norte, existe una compilación de trabajos que incluyen algunos de los más importantes realizados por ellos, tal obra es la denominada “*Manejo Ambientalmente Adecuado del Agua. La Frontera México-Estados Unidos*” COLEF, 1a Edición, Tijuana, Baja California, 1991.

*anual de agua de 1,850 millones de metros cúbicos, provenientes del Río Colorado, reglamentada por un Tratado de Aguas Internacionales que data de 1944, firmado por los Gobiernos de México y de Estados Unidos de Norteamérica. Dicho tratado, se proyectó para cubrir las necesidades de riego agrícola de 100,000 hectáreas y se abastece a los principales centros urbanos del Estado, como son Tijuana y Mexicali, que en conjunto ya consumen cerca del 10% de dicha cuota.”*<sup>27</sup>

Sin embargo, en promedio entre los años 1976-1984 fueron consumidos del Río Colorado 2,228 millones de metros cúbicos anuales en la agricultura en el Distrito de Riego 14 del que 179,884 hectáreas de las 207,411 que lo componen corresponden al Valle de Mexicali<sup>28</sup>, pues las cantidades realmente entregadas a México fueron de 6,674 millones de metros cúbicos, del que también se utiliza una parte para satisfacer las necesidades domésticas e industriales de las principales ciudades del estado aunque en una proporción menor (por ejemplo, para estos usos Mexicali utiliza el 0.7% del referido volumen entregado). La demanda total de agua de uso agrícola, es cubierta también con aproximadamente 728 millones de metros cúbicos provenientes de pozos ubicados en el Distrito de Riego 14.

Pero el problema del agua no acaba solamente con el abasto y su distribución, sino que debe considerarse también que una vez que este recurso ha sido utilizado, en la mayor parte de las

---

<sup>27</sup> Bernal Rodríguez, Francisco A., "Eficiencia y Productividad del Agua en el Distrito de Riego 14, Río Colorado", COLEF/ Universidad Autónoma de Cd. Juárez, COLEF I *Frontera y Medio Ambiente*, vol.V, Tijuana, 1993.

<sup>28</sup> Trava Manzanilla, José L., "El Manejo del Agua en México. Estados Sección Oeste: Baja California y Sonora-Aspectos Físicos, Biológicos, y Socioeconómicos-" en Trava Manzanilla, et al. "Manejo Ambientalmente Adecuado..." op. cit. pág. 160

veces, regresa a la naturaleza conteniendo diferentes tipos y cantidades de desechos producto del uso para el cual se consumió, su manejo y tratamiento constituye también un serio problema para las ciudades de Baja California. Este fenómeno ha provocado que los niveles de contaminación de las playas del estado han aumentado gradualmente debido a las deficiencias que aún se presentan al respecto, provocando la muerte de especies acuáticas importantes<sup>29</sup>.

Estadísticas recientes como las que presenta INEGI<sup>30</sup>, nos indican que el tratamiento de las aguas negras padece insuficiencias, evidenciado en el hecho de que la capacidad de tratamiento es sólo de algo más del 50% del volumen de agua servida en el estado, sumado a que algunas plantas incluso no se encontraban en funcionamiento al momento de que dicha publicación estuvo disponible, como la Planta de Tratamiento de Tecate.

Sin embargo, el problema de las aguas negras y su manejo en el estado se ha constiuido en algunos casos como fuente de conflicto binacional a lo largo de la historia, particularmente en lo que se refiere al caso de Tijuana<sup>31</sup> y las descargas de aguas negras que ha realizado hacia el Condado de San Diego, aunque el Gobierno Municipal de esta ciudad ha realizado crecientes e

---

<sup>29</sup> En la ciudad de Ensenada se encuentran las instalaciones del Instituto de Investigaciones Oceanológicas y el CICESE donde diversos grupos de especialistas realizan investigaciones acerca de los niveles de contaminación marítima y su efecto en las especies que habitan los litorales de la Península. Entre los muchos trabajos, cabe resaltar el de el Dr. Efraín Gutiérrez Galindo, que estudia los sedimentos de metales en las costas y su impacto en la flora y fauna de la región; el Mtro. Torres Moya realizó un estudio sobre el efecto de los contaminantes en las comunidades ventónicas, sobre este mismo aspecto, existe un trabajo de Tesis realizado en el CICESE sobre el Sistema Ventónico Sublitoral en las Costas de México en el Pacífico Norte, que aporta valiosa información sobre la problemática de la contaminación y su impacto en los mares y costas de Baja California. Para mayor información, estos trabajos pueden ser consultados en las bibliotecas de estas instituciones..

<sup>30</sup> En el Anuario Estadístico del Estado de Baja California, edición 1992.

<sup>31</sup> Pueden consultarse los trabajos de Roberto Sánchez, particularmente "El Medio Ambiente como Fuente de Conflicto Binacional México-Estados Unidos", COLEF, Tijuana, Baja California, 1990.

importantes esfuerzos por eliminar tales descargas a través del establecimiento de plantas de tratamiento y alejamiento en diversos puntos de la ciudad como playas de Tijuana y San Antonio del Mar que en estos momentos es la planta de tratamiento de las aguas negras de la ciudad de Tijuana.

En el caso de la ciudad de Mexicali, también ha existido un conflicto con los Estados Unidos de Norteamérica debido a las descargas de aguas negras, ya que el Río Nuevo es el principal colector de toda la zona agrícola del Valle de Mexicali y de los desechos domésticos e industriales de esta ciudad, éste drena hacia el norte en dirección al Mar Salton<sup>32</sup>, en territorio norteamericano, en promedio las descargas sobrepasan más del 36% del total permitido por el Reglamento de la Presa Morelos para los desagües de aguas residuales provenientes de México hacia Estados Unidos<sup>33</sup>.

Ahora bien, las plantas de tratamiento que se encuentran instaladas a lo largo del estado, están diseñadas para tratar aguas residuales de tipo doméstico, es decir, solamente se ocupan de tratar el agua para que ésta recupere el nivel adecuado de Demanda Bioquímica de Oxígeno, conocida como DBO<sup>34</sup>. De acuerdo con *Calleros, Román*, existe evidencia de que "las

---

<sup>32</sup> Calleros, Jesús Román., "Origen y Desarrollo de Dos Areas de Riego", COLEF, 1a. Edición, Tijuana, 1990.

<sup>33</sup> Ibidem., págs. 99, 100.

<sup>34</sup> Santes, Ricardo en "Deterioro Ambiental en el Río Blanco", Tesis de Maestría., mimeo., Instituto Dr. José Ma. Luis Mora, México, 1993, caracteriza los principales indicadores de contaminación y calidad de las aguas, señalando a la DBO uno de los parámetros encaminados a definir la fracción orgánica de las aguas residuales. Se trata de una prueba que estima la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica de una muestra de aguas residuales. La información obtenida por la DBO es la correspondiente a la materia orgánica biodegradable que se encuentra en el agua residual. Entre mayor sea la cantidad de materia orgánica vertida a un cuerpo de agua, mayor será la necesidad de oxígeno para su descomposición; por lo tanto, ocurrirá una disminución en el oxígeno disuelto, creando condiciones que van en detrimento de la vida acuática. En ciertos casos, las altas concentraciones de materia orgánica provocan la completa extinción de oxígeno disuelto en las corrientes de agua, dando como resultado la extinción de especies de peces y otras formas acuáticas. Un alto valor de DBO puede indicar un incremento en

*industrias hacen uso del mismo sistema de drenaje. Sus aguas residuales ácidas o alcalinas producen condiciones sumamente perjudiciales en las aguas en que son vertidas*<sup>35</sup>, esto es importante, ya que dichas plantas de tratamiento actualmente no cuentan con la infraestructura necesaria para tratar aguas de tipo industrial, pues en su gran mayoría éstas se caracterizan por contener una gran cantidad de metales y sustancias químicas<sup>36</sup> que *“no son posible tratar por medio de un proceso biológico, que es el utilizado tradicionalmente para tratar aguas con residuos domésticos”*<sup>37</sup>.

Este hecho reviste particular interés para nosotros debido a que de momento, la única fuente que nos puede dar una idea de los niveles de contaminación que está sufriendo el agua en el estado es la referente a sus aguas negras, sin embargo, desafortunadamente no contamos con una fuente que nos provea de información directa sobre los volúmenes y calidades de las aguas residuales vertidas a los sistemas de drenaje para ampliar nuestro análisis al respecto.

---

la microflora presente e interferir en el equilibrio de la vida acuática. Una cantidad excesiva de algas, además de producir olores y sabores desagradables en el agua, tapan los filtros de arena utilizados en las plantas de tratamiento. Las principales fuentes de contaminación responsables del aumento en la DBO en los cuerpos de agua son los asentamientos humanos y las industrias cervecera, papeleras, de textiles, empacadoras e ingenios azucareros.

<sup>35</sup> Calleros, Jesús Román, op. cit., pág.100

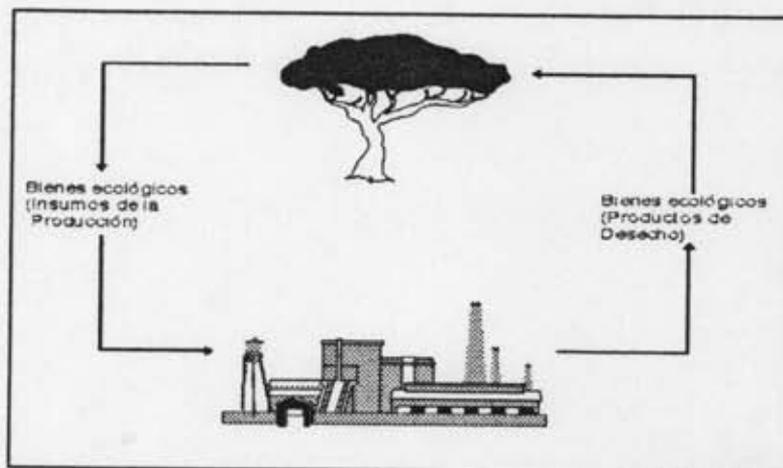
<sup>36</sup> Estas pueden encontrarse en Santes, Ricardo, op. cit., (sin número de página)

<sup>37</sup> Según el Ing. Benigno Medina, Director del Departamento de Análisis y Tratamiento de la Planta de Tratamiento de San Antonio del Mar, en la ciudad de Tijuana, en entrevista el 06 de Junio de 1994.

## 2.4 LA RELACION ECONOMIA-MEDIO AMBIENTE

A lo largo de la historia del desarrollo de la humanidad, el hombre para satisfacer sus necesidades ha hecho uso de los recursos que la naturaleza le brinda, sometiéndolos en algunos casos, a un proceso de transformación antes de ser utilizados, tal proceso de transformación es lo que se conoce como proceso productivo, donde se establecen una serie de interrelaciones entre el hombre y la naturaleza de manera circular, donde el hombre toma diferentes recursos naturales para transformarlos y como resultado de este proceso se generan desechos que son lanzados al medio natural, como se ilustra en la figura 9 que se presenta a continuación:

**Figura 9 Sistema de Retroalimentación de flujos de Bienes Ecológicos Ambiente-Economía**



Es posible observar un esquema más completo en la fig. 10 del Apéndice Estadístico.

En los momentos actuales, esta relación entre el medio natural y la economía no es fácilmente establecida, debido a que un recurso natural sufre muchas transformaciones desde el momento en que es tomado de la naturaleza hasta que se convierte en un producto de consumo, ya sea para satisfacer directamente una necesidad de consumo personal o para ser utilizado como herramienta que ayude a realizar otros procesos de transformación.

En nuestro caso, los recursos naturales estarán representados por el agua, ya que como en la sección anterior se mencionó, este es un recurso escaso dentro de la región de Baja California que representa actualmente un problema debido al acelerado crecimiento poblacional ocurrido en sus ciudades, sino que además el crecimiento económico que ha tenido lugar en los últimos años se ha constituido como un factor determinante en el incremento del consumo de este recurso en la región. De continuar el ritmo de uso de este recurso en el estado, y ante la imposibilidad de incremento de las cantidades de agua disponibles, este factor podría representar un importante obstáculo para el desarrollo futuro de la región y a su vez significarse como un factor de deterioro del bienestar social, por esta razón es importante la realización de trabajos que nos indiquen las tendencias del comportamiento de consumo de este recurso.

El análisis que tradicionalmente podría hacerse de su uso como un insumo dentro de los procesos productivos locales, se haría por medio del establecimiento de una relación entre el uso del agua y las actividades productivas regionales, relación que puede quedar expresada como las

cantidades de agua consumidas -como parte integrante del medio ambiente- por cada uno de los participantes en la actividad económica.

En el cuadro 1 podemos apreciar que los mayores volúmenes consumidos corresponden a la Agricultura, cuyo abasto está a cargo de la Comisión Nacional del Agua y no se realiza a través de las redes estatales de distribución pública, dentro de los mayores consumidores que se abastecen a través de las Comisiones Estatales de Servicios Públicos de cada municipio e encuentra en primer lugar el sector de "Hoteles, Restaurantes y Servicios de Esparcimiento", seguido del sector "Comercio" y el sector "Otros Servicios".

Al relacionar dichos volúmenes con la producción alcanzada con los diferentes sectores tenemos que el sector "Agrícola" continúa siendo el mayor consumidor de agua, seguido por el sector de "Hoteles, Restaurantes y Servicios de Esparcimiento" y el sector "Bebidas" que representa el primer cambio a lo expresado en el párrafo anterior, cambio que presenta un gran contraste para el caso del sector "Comercio" como se aprecia a continuación.

Cuadro 1 Consumos de Agua por Sectores en el Edo. de Baja California.<sup>38</sup>

Sectores	Consumo de Agua*	Consumo de Agua por Millón de Pesos Producidos*
Agricultura	3' 726' 764' 535	5' 812. 311
Pesca	0	0.000
Ganadería y Otras Actividades	468' 717	1.100
Alimentos	934' 503	1.504
Bebidas	2' 317' 607	7.448
Textiles, Vestuario y Calzado	20' 764	0.104
Madera, Papel, Imprenta	62' 611	0.206
Químicos	695	0.003
Producción de Minerales no	10' 220	0.040
Maquinaria y Equipo	23' 826	0.021
Otras Industrias de	615	0.012
Maquila	2' 047' 462	0.372
Comercio	4' 321' 830	0.783
Construcción e Instalaciones	111' 637	0.371
Electricidad y Gas	2' 406	0.005
Comunicaciones y Transporte	440' 993	1.278
Hoteles, Restaurantes y Servicios	5' 194' 254	9.315
Servicios Financieros	98' 773	6.819
Otros Servicios	4' 041' 343	7.364

\* Las cifras se refieren a cantidades en metros cúbicos

Ahora bien, lo anterior es sólo una primera aproximación, basados en que solamente da una visión superficial de dicha relación, sin embargo, el análisis de ella puede ser profundizado al tomar en cuenta que la actividad de los participantes en los procesos económicos no se dá de

<sup>38</sup> Estimación propia en base los consumos de la ciudad de Tijuana ponderados por su participación en la actividad económica estatal, excepto lo referente al sector Agrícola, donde la base de la ponderación fueron el consumo y la producción del municipio de Mexicali.

manera independiente entre ellos, sino que forman una interrelación de dependencia productiva, donde las cantidades producidas por un sector dependen de las producidas por otros.

Este fenómeno de interrelación es de interés cuando se trata de medir el efecto total sobre algún recurso como respuesta al incremento de la producción de un sector, sustentado en el ejemplo que a continuación se presenta para dar una mejor idea de esto: nos basamos en una economía hipotética que consta de tres sectores: uno es el agrícola, un segundo dedicado a la fabricación de productos metálicos y finalmente, un tercero dedicado a la producción de conservas de vegetales, a cada uno de éstos sectores se les relacionan los siguientes consumos de agua por cada millón de pesos de producción:

- agricultura	5812.311*
- fabricación de productos metálicos	0.012
- fabricación de conservas de vegetales	1.504

\* estos datos fueron tomados en base al cuadro 1.

Encontramos que el resultado del incremento de un millón de pesos en la producción de conservas de vegetales provoca: si consideramos sólo la relación directa, que el consumo de agua se incremente en 1.504 metros cúbicos; ahora bien, si consideramos la relación productiva entre éste sector y el resto de los sectores y además tomamos en cuenta que el referido incremento en la

producción de vegetales en conserva requiere tanto de un incremento en la producción de vegetales frescos en la agricultura como de un incremento en la producción de envases en el sector destinado a ello, entonces el incremento total en el consumo de agua quedará expresado por el consumo directo de  $1.504 + 5812.311 \cdot \text{incremento en la producción de vegetales frescos} + 0.012 \cdot \text{incremento en la producción de envases}$ . Estos incrementos dependerán de la relación productiva establecida entre los referidos sectores y la cantidad total de agua consumida dependerá de ello, pero en cualquier caso, será superior al 1.504 establecido por la relación directa.

Debe recordarse que en el mundo real, las relaciones productivas entre sectores son mucho más complejas y lo presentado anteriormente es sólo el primer paso en una cadena de efectos que surge como repercusión del incremento inicial. Basándonos en el ejemplo anterior podemos decir que además de los efectos mencionados, se dá entre otros un incremento en los requerimientos de herramientas metálicas producidas en el sector de fabricación de productos metálicos, como respuesta al necesario incremento en la producción agrícola.

Por otra parte, al considerar la relación que existe con el medio ambiente de una manera integral, es decir, tomando en cuenta también el efecto sobre éste último del resultado de los procesos productivos, -que en el caso del uso del agua puede ser representado como la contaminación de ésta con desechos industriales- es posible conocer en toda su magnitud el problema ambiental que se genera de tales actividades.

Si los tomadores de decisiones en el área gubernamental promueven una política de incrementos de la actividad productiva tomando en cuenta solamente el consumo directo de agua, se corre el riesgo de indirectamente inducir estímulos a la producción de ramas altamente contaminantes del medio ambiente. Por esta razón, al existir una herramienta como la que estamos proponiendo en este trabajo, posibilita a los encargados de diseñar las políticas económicas regionales prevenir tales riesgos.

Con la intención de proporcionar una respuesta a la problemática de las consideraciones ambientales relacionadas con la actividad económica, se presenta en la siguiente parte un breve seguimiento de la evolución de ellas en la teoría económica. Además, este apartado concluye con la proposición de una técnica capaz de modelar detalladamente las interrelaciones productivas de los sectores económicos, que ha sido modificada para que exprese las relaciones con el medio ambiente, por medio de la inclusión de este último como un sector más; lo que permitirá ampliar el análisis presentado al inicio de este punto, al incluir aspectos de las consideraciones expuestas hasta aquí.

## PARTE II.- LOS INSTRUMENTOS DE LA ECONOMIA TRADICIONAL APLICADOS A PROBLEMAS AMBIENTALES

Este apartado comprende una discusión acerca del papel que la economía a tenido como ciencia social dentro de la problemática del uso adecuado de los recursos naturales a lo largo de la historia.

Posteriormente, se presenta un análisis de los instrumentos que esta ciencia ha utilizado para incorporar las variables ambientales a su metodología, eligiendo el que será utilizado en este trabajo. Luego de haber decidido, se describen en forma detallada los métodos que serán empleados para lograr nuestros propósitos analíticos.

### 3.- ANTECEDENTES

La economía como una ciencia integral siempre ha estado preocupada por explicar los fenómenos económico-sociales que ocurren en el mundo. Desde su inicio con *Smith y Ricardo*, esta ciencia ha tratado de encontrar los caminos más efectivos para lograr alcanzar el uso más eficiente de los recursos.

Estos autores conocidos como los *clásicos*, tienen diferentes opiniones respecto al tema de los recursos naturales. *Adam Smith* pensaba que "*no existía límite a la disponibilidad de los recursos naturales, su opinión se reforzaba por el desarrollo de la ciencia y la tecnología en esa época, así la relativa escasez de los recursos naturales podría ser transformada en una*

*afluencia relativa, el conflicto con la naturaleza podría ser resuelto en favor de la raza humana*<sup>39</sup>.

Sin embargo, en esos tiempos la escasez de granos y los altos precios que éstos alcanzaban en el mercado presentaban el problema de cómo aumentar el nivel de producto agrícola con la misma cantidad de tierras, era necesario encontrar una respuesta al problema cuando además se presentaban trabajos de investigación como el de *Malthus* en el que se proporcionaban indicios de que los ritmos de crecimiento poblacional podrían ser mucho mayores a los de producción. Los economistas empezaron a buscar una explicación, el resultado fue el desarrollo simultáneo de la *Teoría de la Renta Diferencial* propuesta por *Ricardo* y la *Ley de Rendimientos Decrecientes*, ésta última establece que la producción agrícola se incrementa menos que proporcionalmente cuando se adiciona un factor más de la producción. De acuerdo con *Dietz y Straaten*<sup>40</sup> los economistas clásicos de la primera mitad del siglo XIX consideraban que la economía y la naturaleza eran partes integrantes de un mismo sistema.

El comienzo de la *Revolución Industrial* al principio no cambió este punto de vista sobre el carácter y la cantidad de los recursos disponibles. Sin embargo, aumentó la importancia de los aspectos cuantitativos del mercado, cambió el concepto del valor, mientras que los clásicos lo definían como el trabajo necesario para producir un bien, expresado por medio de su valor de cambio, los neoclásicos como *Jevons, Menger y Walras* proponían un cambio en tal concepto, la satisfacción de las necesidades individuales, proveída por los bienes y servicios disponibles, desde

<sup>39</sup> Traducción propia del original publicado por Dietz, Frank J. & Straaten, Jan van der., "Sustainable Development and the Necessary Integration of Ecological Insights" fotocopias, pp 21-54.

<sup>40</sup> *Ibidem*, pág. 24

su punto de vista era decisivo para la determinación de su valor de cambio. El problema de la restringida disponibilidad de los recursos naturales que fue determinante para los economistas clásicos no fue relevante para los economistas neoclásicos.

La *Revolución Industrial* marcó la transición de un sistema de producción y consumo más o menos cerrado hacia un sistema económico caracterizado por el incremento en el uso de los recursos naturales.

En este afán explicativo, el quehacer de la economía tradicional se concentró primeramente en el ámbito microeconómico, es decir, se ocupó del comportamiento de las empresas y de los individuos como entes tomadores de decisiones tendientes a optimizar sus ganancias y sus utilidades respectivamente.

En los años treinta *John M. Keynes* revolucionó el pensamiento económico neoclásico imprimiéndole un sentido "*macroeconómico*", es decir, se analiza ahora a la economía, su problemática y características como una totalidad donde sus componentes se encuentran íntimamente relacionados unos con otros, además de reconocer la importancia que el Estado tiene como un agente más dentro de la economía; esta visión impulsó el estudio del comportamiento de la economía como un todo, extendiendo su análisis a los países, las regiones e incluso las ciudades, que permitió el diseño nuevos tipos de políticas de desarrollo para impulsarlas. Para nosotros, esto es importante, pues a partir de esta modalidad de estudio de la economía podemos llevar a cabo análisis como el que ahora se pretende realizar en el presente trabajo de tesis.

A partir de los años setenta, comienza a surgir la necesidad de encontrar respuestas a los crecientes problemas que se presentaron en materia de contaminación y degradación del medio

ambiente como producto del crecimiento de las ciudades y de la utilización de los recursos naturales como insumos de los diferentes procesos de producción producto de la aceleración de la producción industrial. Desde entonces, se ha producido un amplio debate entre las ciencias naturales y el resto de las ciencias acerca de los caminos que deben seguirse para lograr soluciones coherentes tanto en materia ambiental, social y económica, así finalmente en la década de los ochenta lo concerniente a materia ambiental dejó de ser del dominio exclusivo de las primeras.

Sin embargo, actualmente se ha desatado una gran controversia respecto al poder explicativo de la ciencia económica sobre los aspectos ambientales, existen varias escuelas de pensamiento dentro de la economía que tratan de explicar las relaciones entre el medio ambiente y la economía, que van desde la utilización del instrumental matemático como instrumento de optimización económica, hasta corrientes que abogan por la cancelación total del uso de los recursos naturales, por considerar que el valor de la existencia de éstos últimos no es posible de cuantificar.

Los economistas tradicionalmente han estado interesados en la escasez como la causa que está detrás de la elección de la humanidad; sin embargo, los ecologistas dicen que el crecimiento económico es lo que realmente hace que la elección de la humanidad sea menos y menos posible bajo condiciones de escasez, abogando por la preservación de los recursos naturales como única vía para la continuación de la vida en el planeta. *Nogaard* ha sugerido que *“la economía neoclásica es incapaz de incorporar completamente las consideraciones ambientales en su*

metodología"<sup>41</sup>, sin embargo, hasta el momento ninguna escuela de pensamiento económico ha sido capaz de encontrar respuestas adecuadas a los problemas ambientales como resultado de los procesos productivos.

Economistas como *David Pearce*<sup>42</sup> afirman que es posible considerar el medio ambiente bajo la rectoría de un paradigma económico y que en ese sentido el campo de la "*Bioeconomía*" ha hecho sustanciales avances. Argumenta que el análisis costo beneficio aumentado (debido a su extensión hacia los problemas de tipo ambiental) ya es una herramienta de toma de decisiones de considerable uso, extiende el uso del concepto de costos de oportunidad hacia los bienes ambientales de diferentes formas, sostienen que el incremento en los niveles de vida está contemplado en la visión de crecimiento económico.

El medio ambiente no sólo es importante desde el punto de vista económico y ecológico, lo es también desde el punto de vista social, es decir, socialmente ya se ha reconocido su valor y su importancia para el proceso de continuación de la especie y de las formas sociales de organización, los objetivos del desarrollo sostenible<sup>43</sup>, básicamente incluyen la preocupación por eliminar la pobreza y preservar el medio ambiente.

<sup>41</sup> Según Redclift, Michael en su libro: "*Sustainable Development. Exploring the Contradictions*", University Paperbacks, New York, 1987, pág 39, a lo que se refiere Nogaard es que la economía neoclásica no toma en cuenta el valor social de los recursos naturales al considerarlos "bienes libres" y que por lo tanto, la incorporación de consideraciones ambientales en su metodología no son posibles.

<sup>42</sup> Pearce, David., et. al., "*Sustainable Development. Economics and Environment in the Third World*", Earthscan Paperbacks, 1989.

<sup>43</sup> Este concepto ha sido objeto de múltiples discusiones sin que hasta el momento haya podido determinarse su definición en concenso, existen numerosos trabajos que tratan de definirlo y que a mi juicio son importantes, debido a los elementos de la teoría económica que son utilizados para este fin. Los trabajos de Redclift, Michael "*Sustainable Development. ...*" op. cit., la obra de Pearce, David., "*Sustainable Development. Economics and Environment...*" op. cit., sin embargo, la obra que hace un esfuerzo significativo por analizar detalladamente las distintas definiciones de este concepto a lo largo de la evolución del pensamiento económico es la de Pezzey, John., "*Sustainable Development Concepts. An Economic Analysis*" World Bank Environment Paper, No. 2, World Bank, Washington, 1992, 271 p.

Sin embargo, las preferencias humanas de bienes ambientales necesitan tomar en cuenta no sólo el valor del medio ambiente para los seres humanos, sino también el valor del medio ambiente por sí solo, ya que los ecosistemas son por sí mismos una fuente de valor<sup>44</sup>. Comparto esta idea; creo que las partes integrantes de los ecosistemas son altamente importantes ya que en éstos se encuentran interrelacionados todos sus componentes y la ausencia de alguno de ellos debido a la intervención humana pone en peligro su equilibrio, por lo que debe considerarse este tipo de valor.

Esto no significa que esté de acuerdo con las corrientes de la denominada "*deep ecology*"<sup>45</sup> en las que se trata de asignar un valor a la existencia de los recursos naturales semejante al valor de la vida humana. Es decir, para esta corriente de pensamiento ecologista los recursos naturales tienen un valor por su sola existencia, consideran que la existencia de cualquier forma de vida es equivalente por sí misma a la existencia del género humano, esto vá más allá de valores económicos o sociales.

Al margen de los problemas de valoración de los recursos naturales que existe actualmente, y sin importar la corriente de pensamiento que se siga para proponer metodologías que incorporen los problemas ambientales dentro de la economía, se ha continuado el uso de la clasificación tradicional de los recursos, donde se les divide en recursos "*renovables*" y "*no*

---

<sup>44</sup> De acuerdo con Redclift, Michael. "*Sustainable Development...*", op.cit.

<sup>45</sup> *Ibidem*, pág. 43., donde define a esta corriente como "...el nombre dado a una posición filosófica de un conjunto de escritores de diversos países, que tiene sus principales centros en la Península Escandinava, California y Australia, la '*deep ecology*' es metafísica en el fondo, representa una búsqueda de bases metafísicas para apoyar al medio ambiente." Parte de que no solamente los seres humanos son los únicos que poseen valor sino que los recursos en general lo poseen por su sola existencia. Esta corriente de pensamiento sirve como base a corrientes en pro de los derechos de los animales, las plantas, etc., que nos hacen recordar la dificultad de establecer un valor para los recursos naturales.

*renovables*", entendidos los primeros como aquellos que tienen la capacidad de regenerarse, los segundos son los que no poseen esta cualidad.

No obstante, si hacemos una valoración de los niveles de agotamiento que han sufrido los recursos, la mayoría de las personas pueden inclinar sus preocupaciones hacia los llamados bienes o recursos "no renovables" debido a su carácter de "agotables". Sin embargo, aunque no es una condición general, es necesario resaltar el hecho de que los bienes renovables se encuentran ahora en una situación parecida al de los recursos antes mencionados. La razón por la cual se encuentra en entredicho el adjetivo de "renovables" es que los ritmos y niveles de explotación que han sufrido este tipo de recursos han sido mucho mayores a los ritmos naturales de regeneración y en algunos casos pudieran considerarse a algunos de éstos en serio peligro de desaparición<sup>46</sup>.

No obstante, los sistemas tradicionales de contabilidad no consideran las implicaciones y la importancia que el uso de los recursos naturales tiene dentro de la actividad económica en particular, a pesar de que existen propuestas para corregirlos.

Existen algunas críticas importantes respecto a tales sistemas de contabilidad en lo concerniente a la incorporación del medio ambiente, entre las que se destacan la que realizó *Repetto, R.*<sup>47</sup>, donde se destacan:

<sup>46</sup> De acuerdo con evidencia presentada por diversos estudios realizados a lo largo del planeta, incluyendo el Informe "Brundtland", de los trabajos de Pearce, y muchos otros que ponen en perspectiva la problemática actual de los grados de contaminación y agotamiento que los sistemas naturales mundiales han sufrido durante los últimos años.

<sup>47</sup> Repetto, R., "Economic Indicators Inaccurately Represent Costa Rica's Resources" *Bioscience*, Vol. 42, No. 4, American Institute of Biological Sciences.

1) No existe una valoración apropiada de los bienes y servicios debida a las imperfecciones del mercado, las cuales resultan de un inadecuado o algunas veces inexistente sistema de precios para la mayoría de los bienes y servicios ambientales.

2) Una segunda carencia de los sistemas tradicionales de contabilidad nacional es respecto a la depreciación por la degradación y agotamiento de los stocks ambientales.

El uso de los sistemas convencionales de cuentas nacionales tenderían a validar la falsa creencia de que "*...Un rápido crecimiento económico puede ser logrado y sostenido por medio de la explotación del ambiente...*"<sup>48</sup>, estoy de acuerdo con este autor, en que históricamente se ha creído que sólo es posible obtener tasas de crecimiento económico sacrificando la base de recursos naturales (especialmente en los países pobres), Repetto propone que es posible tener tasas de crecimiento económico positivas sin que esto signifique que se realice un uso indiscriminado de los recursos naturales.

Los instrumentos con que la economía cuenta para hacer análisis macroeconómicos son muy variados, pero particularmente los que contabilizan las interrelaciones entre los diversos sectores económicos tales como las matrices de Insumo-Producto, se constituyen como algunos de los más comunes.

Ahora bien, la matriz de Insumo-Producto es un modelo desagregado de la base económica que ha sido ampliamente utilizado por los países para conocer la estructura, comportamiento y características de su sistema económico.

---

<sup>48</sup> Ibidem, pág 325.

La metodología del modelo de insumo-producto ha sido extendida por algunos investigadores para contabilizar la generación y abatimiento de la contaminación ambiental asociada con la actividad industrial.

La matriz de Insumo-Producto en este sentido, proporcionará valiosa información acerca de no sólo el impacto directo sobre los aspectos antes mencionados, sino también los efectos indirectos a través de los encadenamientos de la rama analizada con el resto de las ramas, dando así una visión más completa de los efectos sobre el medio ambiente de la producción de una rama en particular o de un conjunto de ellas.

Debe señalarse aquí, que este instrumento es el que proporciona toda la información necesaria acerca de la estructura de la economía de una región<sup>49</sup> o de un conjunto de regiones, es el que principalmente se usa para hacer cálculos de impacto a través de la estimación de multiplicadores, por esta razón, hemos decidido utilizarlo, ya que la construcción de los multiplicadores que involucren el consumo de agua en cada uno de los sectores productivos nos permitirá dar respuesta a los cuestionamientos que nos planteamos en este trabajo de tesis.

---

<sup>49</sup> Entendiéndose región como un área geográfica determinada, que puede representar un país o una parte de él.

## 4.- LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO

### 4.1 ORIGEN Y CARACTERISTICAS

La matriz de Insumo-Producto es un modelo desagregado de la economía que permite conocer las interrelaciones entre los diferentes sectores que la componen.

El primer intento conocido para definir la actividad económica en términos de flujos intersectoriales fue hecha por el francés *Francois Quesnay*, en 1758 cuando su "*Tableau Economic*" fue publicado. Posteriormente, en el año de 1870 *Leon Walras* desarrolló la *Teoría del Equilibrio General* donde los procesos de maximización de beneficios de las empresas interactúan con la maximización de utilidades por parte de los individuos para determinar a través de los mecanismos del mercado los precios y niveles de producción.

*Wassily Leontief* desarrolló en forma empírica el primer modelo de relaciones interindustriales (o Matriz de Insumo-Producto) en el occidente, en un ejercicio para la economía de los Estados Unidos en el año de 1936; ya que años antes, en 1925 la antigua Unión Soviética había realizado un ejercicio similar. A nivel nacional, el Departamento de Comercio de este país ha continuado el trabajo que iniciara *Leontief* en la década de los treinta, en el cuadro 2 es posible observar un modelo con una matriz de transacciones de Insumo-Producto, puede consultarse el Anexo Metodológico al final de este trabajo para mayor información acerca de las matrices de Insumo-Producto y sus características.

**Cuadro 2**

**Sistema Contable Interindustrial Básico**

		Consumo Intermedio	Demanda Final	Prod. Bruto
		Sector 1...j...n	C I G E F	Ventas Totales
Sector Productor	1	$X_{11}..X_{1j}..X_{1n}$	$C_1 I_1 G_1 E_1 F_1$	$X_1$
	2	· · ·	·	·
	i	$X_{i1}..X_{ij}.. X_{in}$	$C_i I_i G_i E_i F_i$	$X_i$
	·	· · ·	·	·
	n	$X_{n1}..X_{nj}..X_{nn}$	$C_n I_n G_n E_n F_n$	$X_n$
Insumos Primarios	Sueldos Beneficios Impuestos Valor Agr.	$l_1..l_j..l_n$ $k_1.. k_j.. k_n$ $t_1.. t_j.. t_n$ $v_1..v_j...v_n$		
	Importación	$M_1...M_j...M_n$		
Gastos Brutos		$X_1...X_j...X_n$		

Esta tabla ha sido reproducida de: State of California, Measuring Economic Impacts. The Application of Input-Output Analysis to California Water Resources Problems, Department of Water Resources, Bulletin 210, March 1980.

De este instrumento de análisis económico pueden desprenderse una serie de aplicaciones que nos pueden ayudar a conocer con mayor detalle las características de la economía de la región que estamos estudiando, en general existe el análisis de impacto que es el que nosotros aplicaremos en este trabajo de tesis, es decir, este tipo de análisis utiliza aquellas técnicas que nos indican el grado de impacto que sufren los sectores económicos debido a cambios en la demanda

final o en algunos de sus componentes. Estos impactos son medidos a través de lo que se conoce como los multiplicadores de Insumo-Producto<sup>50</sup>, en el Anexo Metodológico que se encuentra al final de este trabajo puede encontrarse una explicación detallada del cálculo y las características de cada uno, además de una sencilla explicación de su interpretación.

## **4.2 EL USO DE LAS MATRICES DE INSUMO-PRODUCTO EN MEXICO**

### **4.2.1 GENERALIDADES**

A lo largo de la historia del gobierno del México moderno, el Estado como elemento planificador ha desempeñado un papel determinante en el diseño e implementación de los diferentes instrumentos creados para lograr los objetivos tradicionales de desarrollo y crecimiento económico que desde los primeros gobiernos post-revolucionarios hasta nuestros días han sido los hilos conductores de la política económica gubernamental. Los gobiernos mexicanos han adoptado el uso de las Matrices de Insumo-Producto para de alguna manera delinear sus planes y programas encaminados al crecimiento y desarrollo de nuestro país y de sus diferentes regiones desde hace más de treinta años.

En algunas regiones del territorio nacional se han hecho intentos de estimación de pequeñas matrices de Insumo-Producto regionales que permitan realizar una proyección del

---

<sup>50</sup> Existe una muy amplia literatura al respecto, solamente para orientar más al lector, me permito recomendar los textos de Richardson, Harry W., "Input-Output and Regional Economics" University of Kent at Canterbury, London, 1972. y el de Miller and Blair., "Input Output Analysis. Foundations and Extensions", Prentice Hall eds., New York, 1985.

futuro entorno económico de las mismas y las formas en que deben de canalizarse los recursos para lograr la mayor eficiencia de su localización.

En este sentido, el estado de Baja California se ha caracterizado como uno de los estados de la República que ha llevado a cabo diversos ejercicios de estimación de Matrices de Insumo-Producto que en el siguiente apartado se detallan.

#### 4.2.2 LAS MATRICES DE INSUMO-PRODUCTO EN BAJA CALIFORNIA

En el año de 1965 en el estado de Baja California se realiza por primera vez un ejercicio de estimación de una Matriz de Insumo-Producto que refleja las características de su economía, ya que ésta se presentaba con diversas peculiaridades que la diferenciaban grandemente con el resto del país, peculiaridades que hasta hoy se conservan y que ya fueron tratadas en el punto 2 de este trabajo. Este ejercicio estuvo a cargo del Departamento de Estudios Económicos Regionales del Banco de México y puede observarse en el cuadro 3 en el Anexo Estadístico al final de este trabajo.

Posteriormente, el Bufete de Estudios Económicos del *Lic. Humberto Cabañas* presentó en el año de 1970 una Matriz de Insumo-Producto para el municipio de Mexicali (cuadro 4 del mismo Anexo) y otra más del año 1969 para el total del estado como el cuadro 5 lo ilustra.

A principios de los años ochenta se elaboró un matriz de Insumo-Producto para el estado de Baja California (cuadro 6) en un esfuerzo en que confluieron el Comité para la Planeación del desarrollo del Estado (COPLADE) de Baja California y organismos federales como la Oficina de Asesores del Presidente y la Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística,

Geografía e Informática (CGSNEGI) de la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), además del Centro Nacional de Información y Estadísticas del Trabajo (CENIET) organismo descentralizado de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social principalmente, con el propósito de *"contar con instrumentos técnicos actualizados de programación y evaluación como apoyo al Plan Estatal de Desarrollo"*<sup>51</sup>.

Dicha Matriz de Insumo-Producto fue desagregada a 19 sectores a diferencia de las matrices anteriores elaboradas para Baja California y de la Matriz de Insumo-Producto Nacional de 1965, esta clasificación se detalla en la tabla 7.

A raíz de la firma del Tratado de Libre Comercio, se ha abierto un amplio espectro de necesidades de información y de instrumentos adecuados de planeación -tanto pública como privada- que proporcionen datos confiables que puedan ser utilizados no sólo desde el punto de vista económico sino que también vincule el medio ambiente, ya que dentro de los acuerdos paralelos firmados entre los tres países para conformar el bloque económico de América del Norte están contemplándose los aspectos ambientales.

Como en párrafos anteriores se indicó, la Matriz de Insumo-Producto más reciente del Estado de Baja California es la realizada en el año de 1980. Como parte de este trabajo de tesis se plantea la necesidad de actualizarla a un año reciente para poder posteriormente introducir las variables ambientales. El año para el cual se llevará a cabo el ejercicio de actualización será 1988, debido a la disponibilidad de la información estadística necesaria para su realización.

<sup>51</sup> Gobierno del Estado de Baja California. *"Actualización de la Matriz de Insumo Producto. Informe Final."* Mexicali, 1981.

En la tercera parte de este trabajo se detallará lo referente a las características de los datos obtenidos, su manejo y clasificación para poner en práctica las metodologías seleccionadas para nuestros propósitos.

### **4.3 PROCESO DE ACTUALIZACION**

#### **4.3.1 ANTECEDENTES.**

Del análisis de las tablas de Insumo-Producto se pueden extraer datos muy importantes acerca de las relaciones entre las diferentes ramas que componen una economía, teniendo una mejor idea sobre el funcionamiento de la economía en su conjunto y de sectores específicos en particular, es por ello justificable que en su confección se consuma una gran cantidad de tiempo y dinero.

No obstante, es preciso reconocer que ello establece ciertas limitaciones, por lo que el trabajo de muchos estudiosos se ha orientado hacia el diseño y utilización de técnicas que permitan el uso de dichas tablas para años diferentes al que se refieren los datos concentrados en ellas y lograr que éstas reflejen las condiciones recientes de la economía analizada.

Las razones por la que es preferible utilizar alguna técnica de actualización es que de cierto modo expresan los cambios que ha sufrido la economía, cambios que pueden darse por un sinnúmero de factores, entre los que podemos señalar los siguientes:

- 1.-Introducción de nuevas técnicas de producción en un sector;
- 2.-Aprovechamiento de economías de escala, ante un cambio brusco en la demanda por los productos de una rama en particular;
- 3.-Invención de nuevos productos;
- 4.-Cambios en los precios relativos que pueden causar sustitución de bienes dentro de la composición del producto;
- 5.-Cambio de la composición de los insumos entre bienes domésticos e importados;
- 6.-Producto de la agregación el cambio en la proporción en que son producidos los bienes al interior del sector pueden provocar un cambio en la función de producción agregada del sector.

En nuestro caso, la Matriz de Insumo-Producto que nos servirá de base es la que se estimó para Baja California en el año de 1980, proponiéndonos la tarea de actualizarla para el año de 1988, dada la existencia de información detallada a nivel regional para cada una de las ramas de la economía, capturada en los Censos Económicos realizados en ese mismo año. Haremos antes, una breve revisión de los diversos métodos que existen para realizar esta tarea, eligiendo posteriormente el que será utilizado en este trabajo.

En general, puede decirse que los métodos de actualización de las matrices de insumo-producto que existen son clasificados en dos grandes grupos<sup>52</sup>, el primero se caracteriza porque sus integrantes son métodos que se basan en la existencia de dos o más matrices de insumo-producto comparables entre ellas; el segundo, se caracteriza porque los métodos que lo componen solamente utilizan una sola matriz.

Así, de los métodos que integran el primer grupo los más importantes son el conocido como "*Extrapolación de Tendencias*", donde a través del cálculo de la tendencia -lineal o no lineal- de cada coeficiente técnico se estima el valor futuro para dicho coeficiente; otro de estos métodos es el de "*Coefficientes Marginales de Insumo*"<sup>53</sup> este consiste en estimar los coeficientes técnicos de un año futuro como la suma del coeficiente técnico del año base más un coeficiente marginal que expresa el cambio entre el año base y un año anterior a él.

Por otro lado, de entre todos los métodos que se basan en la existencia de una sola matriz, podemos considerar como los más importantes a: el "*Método de Ajuste Biproporcional mejor conocido como RAS*" que consiste en el ajuste por filas y columnas de la matriz basado en que los cambios en los coeficientes técnicos pueden ser explicados mediante la combinación de los efectos "*sustitución*" reflejado a través de los cambios en las filas al multiplicar sus componentes por proporciones fijas y "*fabricación*"<sup>54</sup> descrito a lo largo de las columnas de la matriz al multiplicar sus componentes por una proporción fija; y al "*Método de Ajuste utilizando Indices de Precios*"

<sup>52</sup> De acuerdo con el criterio presentado por Bulmer-Thomas V., "*Input-Output Analysis in Developing Countries. Sources, Methods and Applications*," John Wiley & Sons Ltd., New York, 1982.

<sup>53</sup> Para mayor información, puede consultarse Bulmer-Thomas "*Input-Output...*" op. cit., además de Miller and Blair "*Input-Output Analysis*," op. cit.

<sup>54</sup> El efecto *sustitución* se refiere a la sustitución entre insumos en la producción de las ramas de la economía, mientras que el efecto *fabricación* se refiere a las variaciones en la estructura del valor del producto.

el cual se basa en el supuesto de que existe estabilidad en la matriz de coeficientes técnicos y que los cambios en los niveles de precios son la causa de los cambios en los niveles de transacciones de los sectores a lo que se suma el efecto del cambio en los niveles de producción, productividad y empleo por sectores.

Analizando los diferentes métodos aquí presentados con el propósito de elegir el que será utilizado en este trabajo, surgen comentarios como los siguientes: en primer lugar, no es posible poner en práctica ninguno de los métodos presentados como componentes del primer grupo, es decir, no es posible utilizarlos debido a que no contamos con dos matrices comparables entre sí, ya que al observar el resultado de los diferentes ejercicios de estimación de matrices de insumo-producto en el estado encontramos que en todos los casos se utilizan criterios diferentes para realizar la agregación de las ramas económicas. Por otro lado, la aplicación del *método de Ajuste Biproporcional* o *RAS* resulta demasiado complicado en nuestro caso, debido a que sería necesario estimar tanto la Demanda Intermedia como el Consumo Intermedio, pudiendo esto ser una causa que provoque el alejamiento de la realidad de nuestra estimación, prefiriendo no correr dicho riesgo, así pues, lo que desde nuestro punto de vista parece ser más factible de realizar es la actualización de nuestra matriz por medio del método de *Ajuste por Índices de Precios*, detallado en el siguiente apartado.

#### 4.3.2 DESCRIPCION DEL METODO DE ACTUALIZACION DE INSUMO-PRODUCTO

La actualización de la matriz del estado de Baja California se realizará tomando como base la matriz que fue construida en el año de 1980, dicho proceso se llevará a cabo por medio del método conocido como *Ajuste por Indices de Precios*.

De acuerdo con *Diechmann*<sup>55</sup> para estudios donde el principal propósito es hacer evaluaciones de impacto para un año más reciente del que se construyó originalmente una matriz, (como el que ahora pretendemos realizar) es apropiado ajustar las matrices de Insumo-Producto por medio de cambios en los precios entre el año base y el año reciente. Ya que no es posible determinar directamente las causas de los cambios en el nivel de transacciones en el tiempo, si la actualización no es hecha a través de los cambios en los precios, este autor afirma que tales cambios podrían ser atribuidas a cambios en la tecnología -en otras palabras a un cambio estructural-, o simplemente ser debido a cambios en el precio unitario de un insumo de la producción. Además, es necesario tener presente que el proceso de actualización por medio de los precios considera que las sustituciones entre insumos de la producción son debido a cambios en los precios.

Para exponer de manera general el proceso de actualización, a partir de ahora el año base (1980) será denotado como año 0, y el año al cual se actualizará (1988) es denominado año 1, la

---

<sup>55</sup> Diechmann, Uwe., "An Integrated Multiregional Input-Output Model for Water Policy Analysis" Tesis de Maestría sin publicar, Universidad de California Santa Barbara, Diciembre 1989.

tabla 8 muestra como deberá estar conformada la tabla de transacciones que será actualizada por este método.

**Tabla 8**

**Estructura de la Matriz de Transacciones a Actualizar**

Ramas \ Ramas	1	2	..	n	Hogares	Otra Demanda Final	Prod. Total
1	$X_{11}$	$X_{12}$	..	$X_{1n}$	$C_1$	$F_1$	$X_1$
2	$X_{21}$	$X_{22}$	..	$X_{2n}$	$C_2$	$F_2$	$X_2$
:	:	:	:	:	:	:	:
n	$X_{n1}$	$X_{n2}$	..	$X_{nn}$	$C_n$	$F_n$	$X_n$
Hogares	$Y_1$	$Y_2$	..	$Y_n$	$Y_H$	$Y_{OFD}$	$Y_p^*$
Otro Valor Agregado	$V_1$	$V_2$	..	$V_n$	$V_H$	$V_{OFD}$	$V_T$
Prod.Tot	$X_1$	$X_2$	..	$X_n$	$Y_p^*$	$X_{OFD}$	$X_T$

La técnica de actualización que vamos a utilizar toma el supuesto de que los coeficientes técnicos *físicos*<sup>56</sup> han permanecido constantes entre el año 0 y el año 1 mientras que los coeficientes técnicos basados en el *valor* pueden cambiar. Esto es, las funciones de producción en términos físicos son constantes en este período de tiempo, ya que una de las características de las matrices de insumo-producto es la agregación de un número importante de diferentes tipos y tamaños de industrias dentro de una rama, esto provoca que los efectos de la entrada de nuevas

<sup>56</sup> El término "coeficientes técnicos físicos" se refiere a que las unidades de medida son cantidades de producto, cuando hablamos de coeficientes de valor nos referimos a que las proporciones se encuentran expresadas en términos monetarios.

empresas a una rama sobre las funciones de producción de las diferentes ramas agregadas sean retardados.

El proceso de actualización es descrito en el siguiente conjunto de ecuaciones, donde la primera expresa que los volúmenes de producción física cambia entre los años 0 y 1 únicamente como resultado de las variaciones en la productividad del trabajo y el número de personas ocupadas, formalizando matemáticamente tenemos:

$$Q_j^1 = \frac{q_j^1}{q_j^0} \cdot \frac{E_j^1}{E_j^0} \cdot Q_j^0 \quad (1)$$

Donde:  $Q_j^t$  = Producción física total del sector j en el año t.

$q_j^t$  = Productividad del trabajo del sector j en el año t.

$E_j^t$  = Empleo para el sector j en el año t.

1) El Valor Total de la Producción de la industria j para el año 1, es denotado como  $X_j^1$ , donde puede verse que su valor está determinado en función de lo anteriormente expuesto y del cambio en el nivel de precios de la industria j, esto es:

$$X_j^1 = \frac{P_j^1}{P_j^0} \cdot \frac{q_j^1}{q_j^0} \cdot \frac{E_j^1}{E_j^0} \cdot X_j^0 \quad (2)$$

Donde:  $X_j^t$  = Valor de la producción total del sector j en el año t.

$P_j^t$  = Precio del producto del sector j en el año t.

2) Los niveles de transacciones entre los sectores de la economía, también denominados flujos interindustriales, pueden cambiar debido a los cambios en los niveles de precios de los sectores involucrados y los cambios en los niveles de producción del sector demandante, en este caso para el año 1 se ha denotado como  $X_{ij}^1$

$$X_{ij}^1 = \frac{X_{ij}^1}{X_{ij}^0} \cdot \frac{P_i^1/P_i^0}{P_j^1/P_j^0} \cdot X_{ij}^0 \quad (3)$$

Donde:  $X_{ij}^t$  = Valor de las ventas del sector i al sector j en el año t.

3) Las Ventas al Consumo Personal para el año 1 se denotan como  $(C_i^1)$ , es decir, las ventas que los sectores productivos hacen a éste, dependerán de los cambios en el nivel de precios y el nivel de ingresos de los hogares:

$$C_i^1 = \frac{P_i^1}{P_i^0} \cdot \frac{Y_p^1}{Y_p^0} \cdot C_i^0 \quad (4)$$

Donde  $C_i^t$  = Valor de la cantidad consumida del sector i en el año t.

$Y_p^t$  = Ingreso personal real en el año t.

Aunque en nuestro caso, la matriz de Insumo-Producto de Baja California no cuenta con la columna de Consumo, éste se encuentra agregado con los demás componentes de la columna de "Otra Demanda Final" y no es posible separarlo, por lo que la ecuación anterior no será trabajada y en los casos donde aparezca este elemento será considerado como cero.

4) Ingreso de los hogares para el año 1, está compuesto por dos elementos, primero el ingreso por sectores denotado como  $Y_j^1$  y segundo, el ingreso real agregado  $Y_p^{*1}$ :

$$Y_j^1 = \frac{X_j^1}{X_j^0} \cdot \frac{P_H^1/P_H^0}{P_j^1/P_j^0} \cdot Y_j^0 \quad (5)$$

$$Y_H^1 = 0 \quad \text{este es un supuesto}^{57} \quad (6)$$

$$Y_p^{*1} = (\text{Ingreso Nacional}^1 / \text{Ingreso Nacional}^0) * Y_p^{*0} \quad (7)$$

$$Y_{\text{OFD}}^1 = Y_p^{*1} - \sum_{j=1}^H Y_j^1 \quad (8)$$

Donde:  $Y_j^t$  = Compensación de empleados en el sector j, es decir, sueldos y salarios en el año t.

$P_H^t$  = Precio para el sector de los Hogares en el año t.

$Y_H^t$  = Valor de las ventas de los hogares a el sector Hogares en el año t.

$Y_p^{*t}$  = Valor del ingreso personal nominal en el año t.

$Y_{\text{OFD}}^t$  = Valor de las ventas de los hogares a "Otra Demanda Final" en el año t.

5) Ventas a la demanda final en el año 1, denotada como  $F_i^1$  en realidad esta es lo que se denomina "Otra demanda final" esta es calculada como un residual, es decir:

<sup>57</sup> El supuesto que se está introduciendo consiste en negar la existencia de transferencias monetarias entre los hogares.

$$F_i^t = X_i^t - \sum_{j=1}^n X_{ij}^t - C_i^t \quad (9)$$

Donde:  $F_i^t$  = Compras de la demanda final para el sector i en el año t.

6) Otro valor agregado en el año t, denotado  $V_j^t$  se calcula igualmente como un residual:

$$V_j^t = X_j^t - \sum_{i=1}^n X_{ij}^t - Y_j^t \quad (10)$$

$$V_H^t = Y_p^{*t} - \sum_{i=1}^n C_i^t - Y_H^t \quad (11)$$

$$V_{OFD}^t = 0 \quad \text{este es un supuesto}^{58} \quad (12)$$

Donde:  $V_j^t$  = Otro valor agregado por el sector j en el año t. ( $j = 1..n$ )

$V_H^t$  = Otro valor agregado en el sector Hogares en el año t.

$V_{OFD}^t$  = Variable para la intersección de la fila Otro Valor Agregado y la columna Otra Demanda Final en el año t.

Ahora bien, después de haber descrito estas relaciones, es preciso verificar que se cumplan algunas igualdades del Modelo de Insumo-Producto, que fundamentalmente señalan que el denominado Valor Agregado Total es igual al total de la Demanda Final, por lo que es necesario que se especifiquen:

<sup>58</sup> Este supuesto es necesario para el ajuste total de la Matriz.

7) Ecuaciones para la consistencia aritmética:

$$V_T^1 = \sum_{j=1}^n V_j^1 + V_H^1 + V_{OFD}^1 \quad (13)$$

$$X_{OFD}^1 = \sum_{i=1}^n F_i^1 + Y_{OFD}^1 + V_{OFD}^1 \quad (14)$$

$$X_T^1 = \sum_{i=1}^n X_i^1 + Y_p^{*1} + V_T^1 \quad (15)$$

$$X_T^1 = \sum_{j=1}^n X_j^1 + Y_p^{*1} + X_{OFD}^1$$

Las primeras dos ecuaciones son usadas para checar la igualdad entre la suma de la fila residual -Otro Valor Agregado- y la suma de la columna residual -Otra Demanda Final-, por ejemplo,  $V_T^1 = X_{OFD}^1$ , es necesario recordar que estamos suponiendo que todo el ingreso de los hogares es gastado en consumo, supuesto que es necesario para poder establecer esta igualdad, así, la producción total que provee la doble comprobación en todos los cálculos es  $X_T^1$ .

#### 4.4 LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO Y EL MEDIO AMBIENTE

##### 4.4.1 ANTECEDENTES

La calidad de los recursos naturales debida en gran parte a los niveles crecientes de contaminación se han convertido en problemas que cada vez preocupan más a los responsables de las políticas regionales. Así, este tema ha tomado importancia gradual dentro de las discusiones de política

regional; el presente apartado comprende un breve análisis de las diversas técnicas que se han propuesto para extender el Modelo de Insumo-Producto hacia el campo de las consideraciones ambientales.

### EL MODELO DE CUMBERLAND

Entre los primeros modelos de Insumo Producto que consideran las relaciones entre economía y ambiente está el desarrollado por *John H. Cumberland*<sup>59</sup> en 1966 quien propuso la adición de una fila y una columna a la tabla convencional de Insumo Producto para incorporar los efectos ambientales. El nuevo vector fila de esta tabla de insumo producto contenía medidas de los costos y beneficios ambientales asociados con un cambio en la política dada o con un programa de desarrollo regional, mientras que en el vector columna contenía los costos de restaurar el medio ambiente a su estado original, en el siguiente cuadro es posible observar una versión simplificada de este modelo.

---

<sup>59</sup> Miller and Blair, "Input Output Analysis ..." op. cit.

**Cuadro 9**

**El Modelo de Cumberland**

Matriz de Insumo-Producto

A	Y	X	Costos de Restauración Ambiental B
V	V	V	
M	M	M	
X	Y	$\Sigma X$	
Beneficios Ambientales Q (+)			
Costos Ambientales C (-)			
Equilibrio Ambiental R = (Q-C)			

Esta Tabla ha sido reproducida de Richarson, Harry W., "Input Output and Regional Economics" University of Kent at Catenbury, Londres, 1972, pág.216.

los elementos que se encuentran dentro del primer cuadrante representan los que tradicionalmente componen las matrices de Insumo-Producto, donde:

A = Matriz de Coeficientes Técnicos;

V = Valor Agregado por Industrias;

M = Importaciones para satisfacer la Demanda de Insumos de la Producción;

X = Producción Bruta por sector económico;

Y = Demanda Final por sector económico;

R = representa los efectos ambientales de cualquier proyecto o programa;

Q = contiene la estimación monetaria de los beneficios ambientales por sector;

C = contiene los costos ambientales estimados por sector;

B = representa los costos públicos o privados de restaurar los niveles de calidad del ambiente.

La mayor dificultad en la aplicación empírica de este modelo es la conversión de costos y beneficios a unidades comunes en términos monetarios. Una característica importante de este modelo es que no incorpora los flujos del sector ambiental dentro del sector económico y viceversa, según *Richardson*<sup>60</sup> la fila y la columna que *Cumberland* introdujo no miden los coeficientes ambiente-industria, en su lugar se refieren a los efectos ambientales de un proyecto o programa específico. El modelo de *Cumberland* está mucho más cercano a la evaluación de costo-beneficio de los efectos ambientales más que al análisis de insumos y producción de bienes ambientales.

#### LOS MODELOS DE ISARD-DALY

*Daly* en 1968 e *Isard* en 1969<sup>61</sup> desarrollaron propuestas similares al problema de cómo incorporar el ambiente al modelo de Insumo-Producto. Sus modelos muestran las interacciones entre los sistemas ambientales y los económicos, a través de particionar la matriz de Insumo-Producto en cuatro submatrices para medir los flujos de mercancías ambientales hacia la economía y viceversa.

<sup>60</sup> Richardson, Harry W., "Input-Output and Regional Economics" University of Kent at Canterbury, London, 1972.

<sup>61</sup> Ibidem, págs. 218-221, en Miller and Blair, op. cit., pág. 252 también se encuentra un tratamiento de estos modelos.

**Cuadro 10**

**Los Modelos Isard-Daly**

Mercancías/Industrias	Procesos Ecológicos	
E c o n ó m i c a	$A_{XX}$	$A_{XE}$
E c o l ó g i c a	$A_{EX}$	$A_{EE}$

Tomada de Richardson, Harry W., "Input Output and..." op. Cit., pág 218.

De donde:

$A_{XX}$  = es una Matriz de Insumo-Producto (en la aplicación práctica esta matriz es del tipo  
Mercancía por Industria);

$A_{EX}$  = contiene los flujos de recursos naturales hacia la economía y los flujos de desechos  
producto de las actividades económicas y;

$A_{EE}$  = es la matriz de interrelaciones del medio ambiente.

Esta última submatriz representa graves problemas, pues se plantea la interrogante de cómo estimar los que serían los coeficientes técnicos de producción del medio ambiente. Además de esto, está el problema que representa la ausencia de precios determinados por un mercado -y más aún la ausencia de éste mismo- para los recursos naturales usados en procesos productivos, lo que hace que se dificulte aún más la puesta en práctica de este método.

#### EL MODELO DE LEONTIEF

*Leontief* fundador del análisis de Insumo-Producto como herramienta en la planeación en el mundo occidental, propuso en 1970 un modelo de este tipo que incluye una tabla estándar de Insumo-Producto<sup>62</sup> expandida con consideraciones ambientales.

Entre las características de esta propuesta destacan que las filas representan la producción física de contaminantes y las columnas el costo del abatimiento de la contaminación por industria, como el cuadro 11 nos ilustra.

---

<sup>62</sup> Richardson, "Input Output..." op. cit., pág. 221., de igual forma, Miller and Blair, págs. 244-252.

**Cuadro 11**

**El Modelo de Leontief**

Insumos y Producción de Contaminantes\ Productos	Sectores			Demanda Final	Producto Bruto
	1	2	Abatimiento de la Contaminación		
1	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{1PA}$	$Y_1$	$X_1$
2	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{2PA}$	$Y_2$	$X_2$
Producción Física de Contaminantes	$X_{1P}$	$X_{2P}$	$-X_{PA}$	$Y_P$	$X_P$
Valor Agregado	$V_1$	$V_2$	$V_{PA}$	$V_Y$	$V$
Ventas Netas	$X_1$	$X_2$	$X_{PA}$	$Y$	$X$

Reproducida de Richardson, Harry W., "Input Ouput and ..." op. cit pág. 221

Otra peculiaridad del modelo de *Leontief* en lo referente al costo del abatimiento de la contaminación por industria (por sus siglas en inglés -PA- "Pollution Abatement"<sup>63</sup>), es que éste es contabilizado en forma doble en términos físicos en la fila de producción de contaminantes y en valores monetarios al final de la columna de las industrias, esta doble contabilidad nos permite estimar el costo de eliminar cada unidad de contaminante por industria.

**EL MODELO DE JOHNSON Y BENNETT**

En 1980 *Manuel H. Johnson* y *James T. Bennett*<sup>64</sup> propusieron un método de evaluación de la sensibilidad de la estructura económica regional a cambios en el medio ambiente resultado de cambios en la demanda final en el tiempo utilizando el modelo de Insumo-Producto.

<sup>63</sup> Traducción propia del original en inglés.

<sup>64</sup> Johnson, Manuel, and Bennett, James., "Regional Environment and Economic Impact Evaluation. An Input-Ouput Approach", tomado de *Regional Science and Urban Economics*, No. 11, 1981.

Este modelo de insumo-producto que se representa en el cuadro 12 toma en cuenta el sector ambiental y su retroalimentación con el sector económico. Dentro de éste "se supone que los bienes ambientales pueden ser clasificados por la fuente de la cual han sido extraídos y el 'desagüe' donde son descargados"<sup>65</sup>.

**Cuadro 12**

**El Modelo de Johnson y Bennett**

	Bien Ambiental			
	Sector Económico		Producción	
			Agua	Aire
	Agr. Min ....	Serv.	BOD TSS ...	CO <sub>2</sub>
Agricult.	$X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1n}$	$\rightarrow$	$O_{11} + O_{12} + \dots + O_{1n}$	
Minería	$X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2n}$	$\rightarrow$	$O_{21} + O_{22} + \dots + O_{2n}$	
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
Servicios	$X_{m1} + X_{m2} + \dots + X_{mn}$	$\rightarrow$	$O_{m1} + O_{m2} + \dots + O_{mn}$	
	↑	↑		
Agua	$N_{11} + N_{12} + \dots + N_{1n}$			
Tierra	$N_{21} + N_{22} + \dots + N_{2n}$			
Aire	$N_{31} + N_{32} + \dots + N_{3n}$			

Tomado de M.H. Johnson & J.T. Bennett, "Regional Environmental and Economic Impact Evaluation" publicado en Regional Science and Urban Economics No. 11, 1981, North-Holland.

<sup>65</sup> Traducción propia hecha del original en inglés, Johnson, Manuel and Bennett, James., "Regional Environment and..." op. cit.

donde las  $X_{in}$  representan la producción intermedia de agricultura e industria, las  $N_{in}$  son las cantidades de agua, tierra y aire respectivamente, requeridas como insumos ambientales para la producción agrícola. Del mismo modo, las  $O_{in}$  son las cantidades de contaminantes descargados al agua y al aire como resultado de la producción agrícola (en la que BOD -por sus siglas en inglés- es la Demanda Bioquímica de Oxígeno, TSS significa Total de Sólidos Suspendidos y  $CO_2$  es Bióxido de Carbono, todos estos están relacionados como medidas de la contaminación del agua, aire).

De acuerdo a estos autores, la relación entre los cambios de calidad en los bienes ambientales que intervienen como insumos de la producción y su producción está determinada en un submodelo de retoralimentación construido por ellos, que relaciona los costos de control de la contaminación con la concentración y las características de los materiales de desecho.

## EL MODELO DE VICTOR

*P.A Victor*<sup>66</sup> en 1971 propuso otro modelo que toma en cuenta los modelos anteriormente explicados de *Leontief*, *Isard* y *Daly* tratando de corregir sus debilidades, aunque es más general que el modelo de *Leontief* conserva la línea de análisis de insumo-producto.

Este modelo corrige y clarifica a los modelos de *Isard* y *Daly*, aunque no utiliza un subsistema que muestre las interrelaciones del sector ambiental ya que lo que hace es adaptar el

---

<sup>66</sup> Richardson, op. cit., págs. 224-230, además de Miller and Blair., op. cit., págs. 253-256.

método a los datos disponibles, pues poner en práctica alguno de los modelos anteriores en este sentido se volvía una tarea prácticamente imposible.

Por lo que *Victor* argumenta que su trabajo es *"el primer estudio en el cual los datos disponibles de flujos de materiales son usados para extender la metodología de Insumo-Producto con el propósito de cuantificar algunas relaciones entre la economía y el medio ambiente de un país"*<sup>67</sup>

La principal aportación de este modelo consiste en que aprovechando la metodología de Insumo-Producto como base, se parte del hecho de que todos los procesos de producción generan desechos, así cada industria está caracterizada por productos conjuntos<sup>68</sup>; y cada mercancía no necesariamente tiene que ser medida en las mismas unidades, mientras que los datos referentes al ambiente están expresados en términos físicos. Esto es muy útil ya que la valoración de los contaminantes no es hecha a través del mercado, puesto que para la mayoría de ellos éste no existe.

Creo que aunque indudablemente todos los métodos aquí presentados incluyen de manera conveniente las consideraciones ambientales en la metodología de insumo-producto, es necesario hacer algunas precisiones al respecto, ya que lo que nos interesa es elegir aquel que responda a las características tanto del tema como de la información de que se dispone, éste último punto puede

<sup>67</sup> De acuerdo a Richardson, Harry. W., op. cit., pág. 224

<sup>68</sup> Esto significa que cada industria produce dos tipos de productos a lo largo de sus procesos de producción, es decir, tanto productos destinados al mercado, como productos de desecho que son enviados al medio ambiente.

constituirse como el decisivo en la elección. La elección depende también de los objetivos que persigamos, es decir, si deseamos un método que evalúe una política dada el modelo de *Cumberland* podría ser el más adecuado, o de otra forma, si utilizamos la propuesta de *Leontief* no captaríamos en su totalidad la relación Medio Ambiente-Economía, ya que consideraría solamente la contaminación que sufren los recursos naturales como resultado de su uso. Debe recordarse que nuestra intención radica principalmente, en mostrar que los recursos naturales son usados dentro de los procesos productivos como insumos de la producción y que éste fenómeno genera además, un proceso de contaminación que contribuye significativamente a su deterioro.

Por otro lado, los modelos de *Isard y Daly* nos proporcionan elementos para construir una serie de interrelaciones entre los sectores económico y ecológico que en los modelos anteriores no existían y que tiene un alto valor analítico, sin embargo, la imperfección de la información para construir tales relaciones nos impiden utilizarlos; el mismo problema es el que nos ha conducido a rechazar la propuesta de *Johnson y Bennett* ya que se requiere de una larga serie de datos sobre monitoreos de agua residual en las empresas en forma individual y hasta el momento ese tipo de información con el grado de detalle que se requiere -hasta donde sabemos- no está disponible.

Una característica importante del modelo de *Victor* es que basa la construcción de su metodología en las características de calidad y cantidad de la información disponible, siguiendo con ese ánimo, y una vez que se han analizado los pros y contras de cada método, se ha decidido proponer una variante de este método que responda a nuestras inquietudes y que se base en la

información con que contamos, fundamentado en el hecho de que es un modelo que capta las características deseables de insumo-producto y a su vez es austero en los requerimientos de información para su implementación, resaltando que ésta es generalmente disponible y sin embargo, no es utilizada en toda su capacidad.

#### 4.4.2 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA UTILIZADA

Primeramente se divide a la Matriz de Insumo-Producto en dos grandes bloques, el bloque económico -o sector, como lo maneja originalmente el autor- que es una matriz estándar medida en términos monetarios y el bloque -o sector- ecológico expresado en metros cúbicos de agua.

Victor plantea originalmente este método para un modelo de insumo-producto de mercancía por industria<sup>69</sup>, la modificación que hemos realizado consiste solamente en adaptarla a un modelo de industria por industria, que es el modelo en que fue estimada la matriz de insumo-producto que nos sirve como base, sin embargo tomamos como base sus planteamientos y los adaptamos a nuestro caso.

Siendo acordes con el modelo de Victor, se respetan las identidades de insumo-producto incluyendo las del sector ecológico, que permite que se utilice la ecuación de balance material<sup>70</sup>.

<sup>69</sup> Puede decirse en general que existen dos presentaciones de las Matrices de Insumo-Producto diferenciándose por el tipo de información referida en dicha matriz, en el caso del *modelo de Mercancía por Industria* las filas contienen información desagregada a nivel de productos, y en el *modelo de Industria por Industria* la información contenida en las filas se refiere a grupos de productos agregados de acuerdo a una clasificación de tipos de industria. En ambos casos, la información por columnas se refiere a datos agrupados por tipos de industria.

<sup>70</sup> Esta ecuación simplemente plantea que debe existir una igualdad entre el volúmen de bienes ambientales -o mercancías ecológicas, como quiera llamársele- que entran a los procesos productivos como insumos y el volúmen de mercancías ecológicas que salen como resultado de dichos procesos.

Así, se considera que cada proceso de producción está compuesto de dos etapas, la primera como un receptor de un flujo de materias primas y energía y la segunda, como productor de un flujo de productos útiles, productos de desecho y energía, la figura 9 presentada en el capítulo anterior nos muestra un ejemplo de este proceso.

*Victor* plantea su análisis acorde con la Ley de la Conservación de la Materia<sup>71</sup> que “*implica que si no cambian los niveles de inventario durante el proceso de producción, el flujo compuesto por materias primas debe ser igual al flujo de productos y desechos como resultado del proceso*”.<sup>72</sup>

La matriz modificada con los sectores económico y ambiental -o ecológico- se muestra en la tabla 13, donde a la matriz convencional de insumo-producto se le agrega una fila que representa el consumo de agua potable que realizan los sectores productivos y una columna nos muestra lo correspondiente a las aguas negras que se vierten al sistema de recolección estatal, del mismo modo se observa también la división que en este modelo se realiza de la matriz agregada en submatrices con el propósito de detallar las interrelaciones entre ambos sectores.

---

<sup>71</sup> Esta ley nos dice que la materia ni se crea ni se destruye, solamente se transforma.

<sup>72</sup> Richardson, op. cit. pág. 228.

**Tabla 13**

**Modelo modificado de Victor**

	Industrias	Demanda Final	Producción Total	Sector Ambiental	
				Productos	Total
Industrias	X	Y	T	Q	
Valor Agregado	Vz	Vy	V		
Total	T	S	W	P	
Sector Ambiental	I	M			L

Modificación propia del original descrito en Richardson, Harry W., "Input Output and Regional Economics", University of Kent at Cantenbury, London, 1972.

de manera general se describe ahora la notación empleada en este modelo.

**Sector Económico:**

Matrices

**X** = representa los insumos de las industrias entre sí, es decir, esta es la matriz de transacciones.

**Y** = con el se representa a la demanda final por industria.

**Vz** = gasto en insumos primarios por industria, en otras palabras, se refiere a las retribuciones por los insumos primarios, es decir tierra, trabajo y capital.

**Vy** = gasto en insumos primarios por categoría de demanda final.

### Vectores

- T** = representa el total de la producción por industria, suma de la matriz **Z** por filas.
- V** = es la suma de las matrices **V<sub>z</sub>** y **V<sub>y</sub>** que expresa los gastos totales en insumos primarios.
- T'** = representa el total de producción por industria, suma de la matriz **Z** por columnas.
- S** = suma por columnas de las matrices **Y** y **V<sub>y</sub>** que representa los gastos totales por categorías de la demanda final en bienes económicos e insumos primarios.

### Escalares

- W** = representa la doble comprobación del producto total, debiendo coincidir la suma de los bienes producidos con los bienes distribuidos en la economía.

## Sector Ambiental

### Matrices

- Q** = en esta matriz se representan el total de bienes ecológicos producidos en la economía, en nuestro caso incluye las descargas de aguas negras por industrias.
- I** = esta matriz representa el total de bienes ecológicos consumidos en la actividad económica, en nuestro caso será el consumo de agua por industria.
- M** = esta matriz representa el Total de bienes ecológicos consumidos para satisfacer las necesidades de la demanda final.

### Vectores

**P** = nos muestra la suma de bienes ecológicos producidos en la economía por tipo de bien ecológico, en nuestro es un escalar porque consideramos solamente un bien ecológico.

**L** = cantidades de bienes ecológicos por tipo de bien consumidos en la economía, en este caso el agua que al ser un solo bien este vector se convierte en un escalar.

Luego de ampliado el modelo de insumo-producto dada la inclusión del sector ambiental, está abierta la posibilidad de utilizar las herramientas disponibles para los modelos de insumo-producto tradicional para hacer evaluaciones donde se tomen en cuenta las repercusiones ambientales de las acciones económicas y las repercusiones económicas de acciones que influyan sobre el sector ambiental, como pueden ser entre otras, el análisis de impacto (multiplicadores en el corto plazo, mismos que se describen en el anexo metodológico), evaluación de políticas y modelación de posibles escenarios, de todos estos utilizaremos el análisis de los Multiplicadores de Insumo-Producto dados los objetivos de nuestro trabajo.

## **PARTE III: APLICACION EMPIRICA, RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

En este apartado se detallará todo lo relacionado con la aplicación empírica de los métodos desarrollados en apartados anteriores, refiriéndonos también a problemas ocasionados por la imperfección de los datos obtenidos y los necesarios ajustes a los datos conforme a las necesidades que imponen los métodos utilizados y en su caso, algunos ajustes a los métodos para poder llevar a cabo nuestros objetivos. Luego de lo cual, se encuentra la presentación de los resultados obtenidos y su análisis, resaltando las nuevas posibilidades de análisis que éstas técnicas nos permiten.

### **5.- APLICACION EMPIRICA**

La realización de este trabajo de investigación requiere del manejo de diferentes fuentes y tipos de información. Las características que cada fuente tiene, determinan de igual manera la clase de datos que de ella pueden obtenerse, por lo que aquí detallaremos las características de las fuentes que se requirieron y el tratamiento que se les dió en su caso particular.

#### **5.1 .- EL PROCESO DE ACTUALIZACION**

##### **5.1.1 LAS FUENTES DE INFORMACION**

La recopilación de la información requerida para llevar a cabo el proceso de actualización de la Matriz de Insumo-Producto Estatal se hizo fundamentalmente utilizando las estadísticas reportadas por INEGI en diferentes publicaciones, a las que fue necesario hacerle un reprocesamiento a fin de agruparla de acuerdo a la organización sectorial utilizada en la referida matriz, a continuación se presenta de manera

detallada la fuente que fue utilizada, así como también el mecanismo que fue utilizado en cada caso para compatibilizar la agregación sectorial de las diferentes fuentes y de la matriz.

Además de los métodos descritos anteriormente, fue necesario reconstruir la Matriz de Transacciones de Baja California para 1980, partiendo de la Matriz de Coeficientes Técnicos existentes, para lo cual era necesario contar con la información referente a alguno de los componentes de la producción bruta sectorial, en nuestro caso pudieron ser obtenidos los referidos al Producto Interno Bruto estatal para dicho año por sectores económicos, contando ya con esto están dadas las condiciones para acometer la actualización.

Básicamente la recolección de la información fue realizada a través de investigación bibliográfica, a continuación se muestra una lista de las variables necesarias para la realización de esta etapa así como la correspondiente lista de fuentes y publicaciones que fueron consultadas:

1) Matriz de Insumo-Producto de Baja California 1980, ésta fue obtenida del informe publicado por el Gobierno del estado en 1981, dicho informe se titula: "Actualización de la Matriz de Insumo-Producto. Informe Final". Los datos que en ella se contienen son los coeficientes técnicos de cada uno de los sectores económicos, que es donde se detalla la proporción que guarda cada uno de los componentes de la Producción Bruta sobre el total.

2) Producto Interno Bruto Estatal (PIB) para 1980, los datos referentes a esta variable pudieron ser recopilados por medio de la consulta a "Estructura Económica de las Entidades Federativas" publicado por el INEGI. Donde aparece dicha información para cada uno de los sectores económicos en la clasificación a 72 ramas utilizadas por INEGI, información que fue necesario ajustar

a la agrupación sectorial utilizada en la matriz valiéndonos de las equivalencias entre dichas clasificaciones presentada en el cuadro 7 del Anexo Estadístico.

3) En el caso de la Industria Maquiladora, las estadísticas referentes a ella fueron obtenidas de "Estadísticas de la Industria Maquiladora", publicado por el gobierno del estado de Baja California.

4) Los Índices de Precios Sectoriales para el año de 1988, se encuentran en "El Sistema de Cuentas Nacionales 1988-1991" publicado por INEGI. Dado que la agregación sectorial utilizada en la matriz es diferente a la utilizada en la presentación de cuentas nacionales y ante la imposibilidad de acometer un proceso de agregación ya que se trata de índices de bases diferentes, entonces fue necesario: primero, calcular las producciones a precios corrientes y constantes de acuerdo a la agregación sectorial de la matriz, basados en la información sobre tales producciones contenidas también en dicha publicación; y luego calcular los índices haciendo uso de la información anteriormente generada.

5) El valor de la Producción de los sectores primarios, es decir, Agricultura, Ganadería y Silvicultura fueron recopilados de los Informes de Gobierno del estado de Baja California, ya que esta información no es cubierta por los Censos Económicos realizados por INEGI.

6) El Valor de Producción del resto de los sectores económicos fueron obtenidos por medio de la consulta a los "Censos Económicos 1988" publicados por el INEGI. En el caso de los sectores Pesca, Industrias, Transportes y Comunicaciones, la consulta se hizo a través del Sistema Automatizado de Información Censal creado a tal propósito, en el caso de los censos de Comercio y Servicios fue necesario capturar la información referente a ellos.

En este último caso, fue necesario también establecer las equivalencias entre la clasificación utilizada en la realización de los Censos Económicos y el Sistema de Cuentas Nacionales, utilizado éste último como pivote para llegar a la clasificación de la Matriz de Insumo-Producto. Estas equivalencias fueron reelaboradas tomando como base las presentadas en la publicación "Sistemas de Cuentas Nacionales de México 1988-1991" donde aparece las equivalencias entre la clasificación de los Censos Económicos de 1986<sup>73</sup> y el Sistema de Cuentas Nacionales y a éstas se les incorporaron los cambios en la clasificación de los Censos entre 1986 y 1989, el resultado de este ejercicio puede ser consultado en el cuadro 7.

## APLICACION DEL METODO

### 5.1.2 RECONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE TRANSACCIONES DE 1980

Con el objetivo de llegar a una presentación de la Matriz acorde a los requerimientos del método de actualización que vamos a utilizar, partimos de la Matriz de Coeficientes Técnicos de 1980 para convertirla en una Matriz de Transacciones, valiéndonos de que era conocido el Producto Interno Bruto Estatal por sectores económicos, para ejecutar dicha tarea fue necesario agrupar este último de acuerdo a la estructura sectorial de la matriz de 1980.

Lo anterior fue posible, ya que dentro de la Matriz de Coeficientes la fila correspondiente al Valor Agregado nos indica la proporción del valor del producto que corresponde a ella y como el valor agregado es el Producto Interno Bruto nos valimos de la relación entre dicha proporción y las del resto

<sup>73</sup> Dicha tabla de equivalencias se encuentra en INEGI, "Sistema de Cuentas Nacionales 1988-1991", Tomo I, México, 1993

de la columna para así llegar al valor de las transacciones, formalizando matemáticamente esta operación mediante la siguiente formulación:

$$X_{ij} = X_{ip} * (a_{ij} / a_{ip}) \quad (16)$$

Donde :  $X_{ij}$  = Valor del nivel de transacciones entre el sector I y el j.

$X_{ip}$  = Producto Interno Bruto del sector i.

$a_{ij}$  = Coeficiente técnico. Proporción de las compras del sector i al sector j en relación a la Producción Bruta del sector I.

$a_{ip}$  = Coeficiente técnico. Proporción del Producto Interno Bruto en relación a la Producción Bruta del sector i.

De esta manera, se ha llevado a cabo la reconstrucción de una Matriz de Transacciones como primer paso para actualizar sus datos a 1988, dicha reconstrucción muestra de forma general los componentes de la Producción Bruta Regional acorde con la información ofrecida por INEGI sobre el Producto Interno Bruto Estatal. Los resultados obtenidos por este proceso pueden ser consultados en el anexo estadístico cuadro 14.

Como un segundo paso, en la conformación de la matriz de la forma requerida para la actualización se calculó la columna "Otro Valor Agregado" que se compone de la diferencia entre la Demanda Intermedia y la Producción Bruta de acuerdo a los destinos de la producción para cada uno de los sectores, quedando así lista para acometer el proceso de actualización.

### 5.1.3 LOS INDICES DE PRECIOS EN 1988 PARA BAJA CALIFORNIA

La conformación de los Índices de Precios para el Estado de Baja California, necesarios para llevar a cabo el proceso de actualización descrito en el punto 4.3 del capítulo II, se hizo bajo el supuesto de que su comportamiento no difiere del comportamiento de los índices nacionales, tesis que es apoyada por investigadores de El Colegio de la Frontera Norte, cuando se plantea que si bien existe un cierto adelanto de los niveles de precios en la frontera norte respecto al interior del país, la diferencia existente no es estadísticamente significativa<sup>74</sup>. Este proceso de conformación de los índices estatales se acometió de acuerdo a lo expuesto en secciones anteriores pudiendo ser consultados los resultados en el anexo estadístico cuadro 15.

### 5.1.4 ACTUALIZACION DE LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO PARA EL AÑO 1988

Después de haber realizado todo lo anterior ahora nos dedicamos a poner en práctica el proceso de actualización, comenzando por la obtención de los totales de control por filas y columnas o sea los datos del Valor de la Producción Bruta por sectores en el año a estimar -1988-, para esto debió utilizarse la fórmula (2) pero en nuestro caso, disponemos de dicha información por lo que no será necesario aplicarla, lo que nos dará una estimación más aproximada a la estructura económica regional ya que estamos utilizando en parte información estadística corriente.

La información sobre la Producción Bruta fue tomada de los Informes de Gobierno en el caso de los sectores primarios, para el resto de los sectores se reprocesó la información presentada por

<sup>74</sup> Fuentes F. Noé A., González-Aréchiga, Bernardo, Zepeda M. Eduardo., "La Inflación Regional y la Frontera Norte" en COLEF I "Economía Fronteriza y Libre Comercio" Vol. 1, Tijuana, 1992.

INEGI en los resultados definitivos de los "Censos Económicos de 1989". Luego de lo cual se siguieron estrictamente los pasos descritos en el apartado referente al proceso de actualización.

Llegando como resultado a la estimación de la Matriz de Transacciones de 1988 para Baja California que se puede observar en el cuadro 16 que nos servirá de base para incorporar las variables ambientales y extender así el análisis que de la misma puede hacerse, de forma tal que incluya consideraciones de tipo ambiental como un camino alternativo de investigación y análisis económico-ecológico partiendo de los flujos interindustriales de bienes y servicios dentro de los que -dada esta extensión- se incluyen los bienes y servicios ambientales.

Posiblemente este camino alternativo pueda llevarnos a comprender en toda su importancia las interrelaciones existentes entre las actividades económicas entre sí y con el medio ambiente, aspiramos llegar a estimar el impacto de cambios en la economía sobre el medio ambiente y viceversa, de forma tal que pueda llegarse a hacer una evaluación del consumo total de agua como respuesta a un incremento inicial en la producción de algún sector y de esta manera evaluar a los sectores económicos como consumidores de bienes ecológicos.

Se planteó anteriormente que vá a conocerse el efecto total, basados en que se podrá capturar tanto el efecto directo como los indirectos del incremento en la producción sobre el consumo de agua, el efecto directo se refiere al consumo de agua como resultado del incremento en la producción de un sector determinado; y el indirecto al incremento del consumo de agua por el resto de los sectores productivos ante el incremento en su producción necesario para satisfacer las necesidades del sector donde inicialmente se incrementó la producción, convirtiéndose el efecto indirecto en un "efecto circular" con tendencia decreciente en el sentido de que el incremento en la producción de estos

sectores genera demandas adicionales de insumos a ser satisfechos por nuevas producciones, aunque éstas en menor proporción cada vez.

Este análisis puede ser establecido gracias a que se conocen detalladamente los encadenamientos productivos de cada uno de los sectores. Por otra parte, si se tiene conocimiento de cuánto pudiera ser la oferta de bienes ecológicos en el futuro, en nuestro caso, los volúmenes de agua servidos en la entidad, pudiéramos llegar a analizar la factibilidad del incremento en las producciones de acuerdo a la disponibilidad de los requerimientos de agua que establecen el incremento de la actividad productiva para cada uno de los sectores y en ese sentido, estaríamos catalogando la viabilidad de un proyecto económico de acuerdo a consumo de bienes ecológicos por un lado, y por otro, establecer la afectación sobre el medio ambiente de la liberación de otro bien ecológico -aguas negras- como producto de la utilización del agua como insumo de la producción, incorporándose entonces éste último como otro criterio de evaluación.

## **5.2 INTRODUCCION DE LAS VARIABLES AMBIENTALES**

Una vez actualizada la matriz se procederá a la inclusión del sector ecológico, que estará representado por los insumos de agua en los procesos productivos y por la generación de aguas negras como un producto de la utilización de este bien en tales procesos, expresando así las relaciones entre el sector económico y el ecológico con su doble aspecto, por un lado el insumo de un bien ecológico dentro de los procesos económicos locales y del otro la generación de un bien ecológico contaminante como resultado de tales procesos.

Para llevar a cabo la tarea propuesta en esta etapa, fue necesario construir una base de datos con toda la información referida a los aspectos tratados anteriormente, y lograr un ordenamiento de ella de forma tal que pudiera ser relacionada con la Matriz de Insumo-Producto con que contamos, para esto, recurrimos a la colaboración de diversas dependencias estatales encargadas del manejo del agua, responsabilidad que es compartida por una parte por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT) en lo referente al abastecimiento del agua potable en dicha ciudad y del sistema municipal de recolección de aguas negras, y por otro lado, la Comisión Estatal de Servicios de Agua del Estado (COSAE) encargada del tratamiento de las aguas residuales de la ciudad.

#### 5.2.1 CLASIFICACION DE LAS FUENTES DE INFORMACION Y ORDENAMIENTO DE DATOS

Los datos necesarios para llevar a cabo el método propuesto son: el consumo de agua por industrias y hogares y la generación de aguas negras con igual nivel de detalle. Para ello y basándonos en los datos recolectados para el municipio de Tijuana y tomando en cuenta el peso que tiene dentro de la economía estatal se estimó el consumo de agua en el estado, para lo que se consideró la participación de la Producción de Tijuana en el total estatal para todos los sectores industriales, comercio y servicios; en el caso del sector agrícola se partió de los datos referentes a este sector para la ciudad de Mexicali, obteniéndose el total estatal por un proceso similar al del resto de los sectores, los resultados de este proceso pueden ser consultados en el cuadro 1 de la primera parte de este trabajo.

La obtención de los datos que sirvieron como base para la estimación anterior fueron el consumo de agua potable por sector, calculado a partir de la información proporcionada por la CESPT, que aportó el Padrón de Usuarios del Servicio de Agua Potable en la ciudad, donde la

información se encuentra detallada a nivel de contratos, y fue necesario entonces llevar a cabo una reclasificación de los mismos atendiendo a la distribución sectorial utilizada en la matriz de insumo-producto que estamos trabajando.

Tomando como base la información contenida en dicho padrón concerniente a los giros de actividad a que se dedican los consumidores en caso de que éstos sean industrias o comercios, los datos sobre el consumo de los hogares y el gobierno nos fue proporcionada de manera agregada. Por razones de espacio y de manejabilidad no se presenta la base de datos con la información primaria sobre la que se elaboró este trabajo, ya que la misma cuenta con alrededor de 13,000 registros en lo referente al servicio comercial e industrial que tal institución proporciona.

En el caso de la información acerca de la generación de aguas negras por industria, dada la ausencia de monitoreos que reflejen la información real acerca de este particular, los datos utilizados se corresponden al criterio usado por la CESPT para estimar los montos de facturación por este concepto, de acuerdo con un estudio realizado por *Trava, M., José Luis "el volúmen de aguas negras se considera el 60% del volúmen de agua potable suministrado a la ciudad de Tijuana"*<sup>75</sup>

En el caso del sector Agrícola la información fue obtenida del trabajo de *Trava, M., José Luis*<sup>76</sup> de donde se tomó en cuenta los volúmenes utilizados en la Agricultura ya sean los escurridos por el cauce del Río Colorado, como los extraídos del Sistema de Pozos que existen en el Distrito de Riego número 14 al que pertenecen el Valle de Mexicali y el Valle de San Fernando, haciendo una

<sup>75</sup> Trava, Manzanilla José Luis, "El Manejo del Agua en México..." en Trava M., Calleros, Román y Bernal, Francisco, "Manejo Ambientalmente Adecuado del Agua: La Frontera México- Estados Unidos" COLEF, Tijuana, 1991, pág. 202.

<sup>76</sup> *Ibidem*, pág.162.

estimación de los volúmenes que corresponden al Municipio de Mexicali de acuerdo a su participación en el total de tierra con derechos de riego en dicho distrito.

### 5.2.2 ESTIMACION DE LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO AMBIENTAL

La información ya agregada de los consumos de agua para cada uno de los sectores, fue incorporada como una fila a la matriz de transacciones, pudiéndosele dar un tratamiento similar a las otras filas que la componen, en el sentido de que puede ser relacionada con los niveles de producción de cada uno de ellos, obteniendo así la magnitud en que el insumo de este recurso pasa a formar parte de la producción total. Quedando así completada la fila que representa al sector ecológico y pudiendo analizar dicho coeficiente como la cantidad de metros cúbicos de agua necesarios para elaborar una unidad de producción de un determinado sector (medida en los términos utilizados en la Matriz). De igual manera, en el caso de las aguas negras, aunque es incorporada como una columna para responder a la visión de que es un producto de los procesos productivos, lo contenido en ella no es más que los volúmenes de aguas negras generados por el uso del agua en dichos procesos.

Terminando con este paso la estimación de la matriz de insumo-producto ecológica. que puede apreciarse en el cuadro 18 del Anexo Estadístico. Obtenida dicha matriz, haremos algunos ejercicios de aplicación del modelo creado enfatizando las interpretaciones particulares de los resultados del sector ecológico así como también un análisis general utilizando dicho modelo.

## 6.- RESULTADOS Y COMENTARIOS FINALES

### 6.1 PRESENTACION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

De acuerdo a lo expuesto y detallado en el capítulo II y en secciones anteriores de este capítulo referente a los tipos de métodos usados y su aplicación, en este apartado hablaremos sobre los resultados que tal aplicación arrojó y que pueden observarse en el Cuadro 19. Los multiplicadores que se calcularon y se presentan en ese cuadro, fueron los conocidos como: "Multiplicador Simple del Producto", "Multiplicador Simple del Ingreso" y el "Multiplicador de Consumo de Agua", en base a los pasos que se describen en el Anexo Metodológico al final de este documento.

La interpretación de los multiplicadores anteriormente referidos debe ser como se detalla a continuación para cada uno de los Multiplicadores:

- **Multiplicador Simple del Producto:** Este multiplicador refleja el impacto sobre la producción de la economía regional como respuesta al incremento de un peso en la demanda final de los bienes de un determinado sector, entonces en el referido cuadro tenemos que, el impacto del crecimiento de un peso en la demanda final del sector Agrícola provocará que la producción del conjunto de los sectores se incremente en \$1.18, expresando los \$0.18 el necesario incremento de la producción de todos los sectores.

- **Multiplicador Simple del Ingreso:** En el caso calculado, expresa el impacto sobre el ingreso de los trabajadores debido a un incremento de la demanda

final por bienes de un sector determinado, particularizando tendremos que, por ejemplo, el incremento en la demanda final de bienes del sector Agrícola provocará que el ingreso de los trabajadores de todos los sectores en general se incremente en aproximadamente \$0.12.

- **Multiplicador de Consumo de Agua:** En la interpretación de este multiplicador se debe ser muy cuidadoso, ya que al combinarse en su cálculo unidades físicas (metros cúbicos de agua) con unidades monetarias (millones de pesos) en el análisis deben mantenerse dichas unidades, quedando entonces que para este caso, el multiplicador expresa la cantidad de metros cúbicos de agua necesarios para satisfacer el incremento en la demanda final de un millón de pesos generada en un determinado sector, así por ejemplo, para satisfacer el incremento en la demanda final de un millón de pesos de productos agrícolas se requerirá de un incremento de la demanda de agua en 5912 metros cúbicos.

En el caso de este multiplicador, si bien las magnitudes del incremento en la demanda son diferentes al utilizado en los otros dos, es necesario agregar que en el caso de los multiplicadores anteriores se puede llegar a una unidad de medida común, con sólo cambiar la base del incremento, es decir, en nuestro caso ante un incremento de \$1000 en la demanda final de bienes agropecuarios la producción total se incrementará en \$1181, quedando entonces el incremento expresado ante cambios de \$1000 en la demanda final. De lo anterior debe resaltarse entonces, que del análisis cruzado de los multiplicadores lo importante es el ordenamiento de acuerdo a ellos y mantener la interpretación de manera independiente.

A lo anterior debe agregarse que, en el caso de los dos primeros multiplicadores el efecto positivo es expresado por un valor del multiplicador lo mayor posible, no siendo así el caso del multiplicador de consumo de agua, donde el efecto positivo es expresado en un bajo valor del multiplicador que significa que es el sector en el que como respuesta a un incremento en la demanda final se provoca un menor consumo de bienes ecológicos, en nuestro caso, un menor consumo de agua.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, de los resultados contenidos en el Cuadro 19 podemos decir que, el impacto sobre la producción total ante cambios en la demanda final es mayor si se produce en las ramas de Hoteles, Rest. y Serv. Esparc., donde por cada peso de incremento en ella la economía crece en \$1.58; y en la ramas de Bebidas y actividades Ganaderas y Otras primarias, donde el incremento en la economía es superior a \$1.50. Por otra parte, las ramas con una menor repercusión sobre el crecimiento económico regional son las de Químicos, Maquila y Otros Servicios, donde el efecto es de \$1.003, 1.06 y 1.16 respectivamente.

Basados en esto, si se quiere estimular el crecimiento económico regional los esfuerzos deben ser encaminados a las ramas mencionadas en primer lugar, donde por cada peso que se incremente la demanda de bienes de esos sectores, la economía regional crecerá en más de \$1.50. Lográndose así, potenciar el efecto sobre la economía en su conjunto del incremento en la producción de dichos sectores.

Respecto al impacto sobre el ingreso de los trabajadores dado igual incremento en la demanda, tenemos que el mayor efecto es provocado si el incremento se efectúa en las ramas de Maquiladora, Electricidad, Gas y Agua y Pesca, donde el multiplicador alcanza valores de \$0.383, 0.379, 0.275 respectivamente, e indica que el incremento de un peso en la demanda de productos de la industria Maquiladora provoca que el ingreso de los trabajadores se incremente en 38 centavos. En sentido contrario, o sea, las ramas que tienen un menor impacto sobre el ingreso de los trabajadores son Químicos, Ganadería y Otras y Alimentos, en los que el efecto del incremento de un peso en la demanda de productos en ellas hace que el incremento en el ingreso de los trabajadores se incremente en alrededor de \$0.11 como máximo.

Por otra parte, al inicio de esta investigación nos propusimos encontrar alguna herramienta analítica que nos indicara el grado de relación entre el sector económico de una región y su medio ambiente, pensamos que la Matriz de Insumo-Producto<sup>3</sup> nos brindaba la oportunidad de estimar tales relaciones debido a todo lo que ya hemos discutido en capítulos anteriores, cuando nos enfrentamos al problema de cómo estimar los multiplicadores de consumo de agua referidos con anterioridad utilizamos una idea que se encuentra detrás de los multiplicadores del empleo, ya que éstos relacionan información en términos físicos con los niveles de producción total de los sectores, eso era justamente lo que tratamos de hacer cuando construimos estos multiplicadores relacionar las cantidades de agua consumida por industrias -medidas en metros cúbicos- y los niveles de demanda final medidos en unidades monetarias.

En el caso del Multiplicador de Consumo de Agua está expresado en unidades físicas porque es nuestro interés mostrar la relación existente entre el sector ecológico y el económico sin la intervención del factor precios, es decir, hemos encontrado que el agua como insumo de la producción tiene diferentes precios, que si fuesen incluidos en la construcción del multiplicador no reflejarían de manera clara el impacto que tiene la economía sobre el uso de este bien, en este sentido, desvirtuaría el análisis y no se tendría una idea del verdadero impacto sobre el recurso -si queremos entender en toda su magnitud este impacto, es necesario entonces, medirlo en unidades físicas. En este sentido, encontramos que las diferencias de precios entre sectores son muy grandes, un ejemplo de lo cual es que *"el precio del agua en la ciudad es, cuando menos, 66.3 veces superior al precio del agua para fines agrícolas"*<sup>77</sup> entonces, comparativamente se estaría reduciendo el impacto del sector agrícola con respecto al comercial debido a las diferencias en sus precios.

Continuando con nuestro análisis, ahora en el caso del multiplicador de consumo de agua encontramos que los sectores que implicarían una menor presión sobre el medio ambiente en caso de que se viera incrementada la demanda por sus productos, serían Químicos, Maquila y Maquinaria y Equipo, ya que éstos ante el incremento de la demanda de sus productos provocarían que el incremento en el consumo total de agua fuera de 0.031, 1.249 y 2.634 metros cúbicos por cada millón de pesos respectivamente. Por otra parte, las grandes repercusiones sobre el consumo de agua serían provocadas por

<sup>77</sup> Trava Manzanilla José Luis., "El Manejo del Agua en México. Estados Sección Oeste: Baja California y Sonora. Aspectos Físicos, Biológicos, Ecológicos y Socioeconómicos." en Trava M., José L., Calleros, Román, Bernal, Francisco., *"Manejo Ambientalmente Adecuado del Agua. La Frontera México-Estados Unidos"* COLEF, Tijuana, 1992, pág. 176.

incrementos en la demanda de los sectores Agrícola, Ganadería y Otras actividades primarias y Alimentos, manifestándose una gran diferencia del sector Agrícola respecto a los otros, al provocar un incremento en la demanda de agua de 5 912 metros cúbicos por millón de pesos, mientras que el consumo de la rama Ganadería y Otras act., es de 377 metros cúbicos y Alimentos con 324.

En el caso de las aguas negras generadas, como efecto de los incrementos anteriormente comentados, se manifestaría de manera proporcional para los sectores económicos, ya que ante la falta de monitoreos que nos proporcionen la relación entre el volumen de agua consumido y la generación de aguas negras para cada uno de los sectores económicos, adoptamos la metodología de estimación empleada por la CESPT, que considera que los volúmenes de aguas negras generadas es de alrededor del 60% del volumen de agua servida<sup>78</sup>. En este trabajo de tesis, no abordamos la problemática de la calidad de las aguas de desecho producto de las actividades productivas, debido principalmente, a la inexistencia de información respecto a la calidad del agua que arroja la totalidad de las empresas de la región.

Sin embargo, los resultados que este ejercicio nos arrojan pueden ser útiles para conocer el volumen de aguas negras que generan las actividades económicas en el estado, a través de la matriz de insumo-producto será posible estimar los volúmenes de aguas negras que se generarían si se estimula la producción de los diversos sectores de la economía a través de cambios en la demanda final, esto resulta de gran utilidad para los planeadores del desarrollo de la región porque les dá una idea del tipo de inversión que se

---

<sup>78</sup> Ibidem, pág. 202.

debe realizar para lograr el uso más eficiente del agua. En este sentido, y ante la escasez de agua en la región se plantea la posibilidad que a través de un adecuado tratamiento, dichos volúmenes de agua puedan ser reutilizados, significando un considerable ahorro en el consumo de este recurso.

Además, si bien el análisis aislado de los multiplicadores de insumo-producto nos proporciona valiosa información, no es suficiente desde mi punto de vista, debemos buscar una vinculación entre ellos a través de un análisis conjunto, para evaluar de manera integral el desempeño de los sectores que componen la economía regional, combinando los criterios económicos -dados por los multiplicadores de producto e ingreso- con criterios ecológicos expresado por el multiplicador de consumo de agua.

Tomado en cuenta lo anterior, podemos comenzar mostrando que el sector 17 compuesto por "Hoteles, Restaurantes, etc.." es el que presenta un mayor impacto sobre la economía regional, sin embargo, tiene un efecto moderado sobre el ingreso y su impacto sobre el sector ecológico es relativamente alto, por otra parte, la Maquila es un sector que tiene un gran efecto sobre el ingreso de los trabajadores y un bajo impacto sobre el medio ambiente regional de acuerdo a los aspectos aquí considerados<sup>79</sup>, mientras que por otro lado, sus pocas vinculaciones con el resto de los sectores económicos hacen que su capacidad de potenciar la economía regional sea muy bajo. Para finalizar este análisis conjunto, obsérvese que en términos de consumo de agua -únicamente- la rama que más

<sup>79</sup> En lo referente a otros aspectos que afectan al ambiente existen otras consideraciones como las que presenta por ejemplo, Roberto Sánchez en diversos trabajos, donde aborda la problemática de los desechos tóxicos de la industria maquiladora en la región y sus efectos sobre la salud.

se debía estimular es la Química<sup>80</sup>, pero económicamente resulta poco redituable ya que tiene un muy bajo multiplicador del producto y del ingreso.

De lo anteriormente expuesto es posible llegar a que en la selección de las ramas sobre las cuales deben ejercerse estímulos para su crecimiento, dependen de qué aspectos se quiera beneficiar con una política dada, si por ejemplo, se quiere estimular el crecimiento económico regional, se deben priorizar las ramas con un alto multiplicador del producto; por otra parte, de favorecer políticas que estimulen un uso racional del agua como recurso escaso en la región, deben ser pues, las que tengan un menor multiplicador de consumo de agua. Aunque un análisis conjunto implica llegar a un punto intermedio en el que se no se descuide por ejemplo, el aspecto ecológico al favorecer el económico y viceversa.

Así por ejemplo, el mayor crecimiento de la economía regional se obtiene orientando los recursos de inversión hacia el sector Hoteles, Restaurantes y Servicios de Esparcimiento, dado los grandes encadenamientos al interior de la región que este sector tiene. Si se quiere favorecer el crecimiento del ingreso de los trabajadores, entonces los recursos deben ser encaminados al sector maquilador y el menor crecimiento en el consumo de agua se obtiene de orientar la referida inversión al sector químico. Una solución intermedia donde se obtiene un punto que pudiera equilibrar el efecto sobre los aspectos antes tratados sería el sector de Electricidad, Gas y Agua que tiene un efecto

<sup>80</sup> Debe recordarse que en nuestro análisis solamente estamos considerando el consumo de agua total que provoca un incremento de la actividad de este sector, de ninguna manera significa que ésta actividad se considere como benéfica desde el punto de vista ambiental, ya que existe evidencia de que la presencia de este sector en un gran número de casos ha provocado serios y diversos problemas de contaminación ambiental.

regular sobre el crecimiento del producto total, un efecto alto sobre el ingreso de los trabajadores y un efecto medio en relación al impacto ambiental.

El análisis de impacto ambiental propuesto anteriormente a través del uso de multiplicadores de consumo de agua, contrasta con el que puede lograrse a través del consumo directo ilustrado en la primera parte de este trabajo, por ser un resultado más completo que incluye además del efecto directo y los efectos indirectos vía los encadenamientos productivos de los sectores económicos, llegando así a diferentes evaluaciones sobre el consumo de agua por los sectores económicos, como se muestra en el cuadro 20, donde cabe resaltar por ejemplo, que si ubiésemos considerado sólo el efecto directo el sector Pesca sería el de menor consumo de agua, pero aplicando el criterio que proporciona el multiplicador, tenemos que un incremento en la producción del sector Pesca equivalente a un millón de pesos provocará que el consumo total de agua se incremente en 27 metros cúbicos.

**Cuadro 20 Comparación del Ordenamiento Sectorial de Acuerdo al Multiplicador de Consumo de Agua y al Consumo Directo de Agua**

Núm. Sector	Sectores	Consumo Directo	Núm. Sector	Sectores	Multiplicador de Consumo de Agua
1	Agricultura	5812.311	1	Agricultura	5912.330
17	Hoteles, Rest., y Serv. de Esparcimiento	9.315	3	Ganadería y Otras Actividades Primarias	377.259
5	Bebidas	7.448	4	Alimentos	324.170
19	Otros Servicios	7.364	5	Bebidas	232.716
18	Serv. Financieros	6.819	6	Textiles y Calzado	115.310
4	Alimentos	1.504	17	Hoteles, Rest. y Serv. de Esparcimiento	57.131
16	Comunicaciones y Transportes	1.278	9	Prod. de Minerales no Metálicos	47.294
3	Ganadería y Otras Actividades Primarias.	1.100	15	Electricidad, Gas y Agua	28.686
13	Comercio	0.783	2	Pesca	27.155
12	Maquila	0.372	13	Comercio	14.614
14	Construcción e Instalaciones	0.371	18	Serv. Financieros	9.065
7	Madera, Papel	0.206	19	Otros Servicios	9.014
6	Textiles y Calzado	0.104	14	Construcción e Instalaciones	7.753
9	Prod. de Minerales no Metálicos	0.040	16	Comunicac. y Transportes	3.658
10	Maquinaria y Equipo	0.021	7	Madera, Papel	3.280
11	Otras Ind. de Transformación	0.012	11	Otras Ind. de Transformación	2.767
15	Electricidad, Gas y Agua	0.005	10	Maquinaria y Equipo	2.634
8	Químicos	0.003	12	Maquila	1.249
2	Pesca	0.000	8	Químicos	0.031

Fuente: La primera parte de este cuadro fue elaborado en base a la información que el Cuadro 19 contiene; por otro lado, la segunda parte de éste, fue tomada de la información que la Matriz de Insumo-Producto estimada que incluye las variables ambientales -cuadro 18- y de la cual es posible estimar los Multiplicadores de Consumo de Agua.

Por otra parte, como puede observarse en dicho cuadro, el sector maquilador de acuerdo al criterio del consumo directo de agua, ocupa una posición intermedia entre los

sectores económicos, pero dado los pocos encadenamientos productivos de dicha rama al interior de la región, el incremento en el consumo de agua como producto del incremento de la demanda por productos de dicho sector sea de los más bajos. Así también, obsérvese que si bien el sector de la industria textil tiene un consumo directo de agua relativamente bajo, al considerar sus encadenamientos productivos cambia su situación, ya que el incremento en el consumo de agua es significativamente mayor.

## **6.2 COMENTARIOS FINALES**

Del análisis de Insumo-Producto es posible extraer algunos comentarios interesantes respecto a la estructura económica regional y las interrelaciones existentes entre los sectores productivos. En general, puede afirmarse que los sectores que existen en la economía regional poseen fuertes vinculaciones entre sí, excepto por sectores como el maquilador y el de la industria química.

Por otro lado, la introducción de consideraciones ambientales en este tipo de instrumentos, nos permite conocer a fondo las características de la economía regional al tiempo que se vincula a las actividades económicas con el uso de los bienes y servicios ambientales como resultado de tales actividades. En este trabajo solamente fue incluido el agua como representante de los bienes ambientales insumidos en los procesos productivos y la generación de aguas negras resultantes de tales procesos, no obstante, el análisis aquí realizado puese ser extendido de tal forma que contemple por ejemplo, el uso de los suelos relacionado también con la generación de desechos sólidos; el uso del aire y la liberación de diversos contaminantes a ese medio, entre otros.

Es importante resaltar que ejercicios que intentan relacionar al medio ambiente con las actividades productivas puede significar para nosotros, una vía que nos permita comprender en toda su magnitud la problemática ambiental contemporánea como una parte integrante de un gran sistema compuesto también por un sistema económico, donde para llegar a encontrar soluciones integrales sea necesaria la estrecha colaboración de diversas disciplinas que contribuyan de manera que tales soluciones impliquen medidas interdisciplinarias conjuntas no sólo por parte de la comunidad académica, sino que la sociedad en general contribuya a encontrar el necesario equilibrio entre el medio ambiente y la sociedad.

Al iniciar este ejercicio, nos planteamos encontrar una herramienta que nos permitiese relacionar las actividades productivas con el uso y contaminación de los recursos naturales de que se disponen en una región. Se analizaron distintas propuestas dentro de la teoría económica que intentan de alguna manera vincular el medio ambiente con la economía, como producto de esta búsqueda, consideramos que las Matrices de Insumo-Producto podrían ser el instrumento que respondiera de manera más adecuada a las preguntas inicialmente planteadas, sin embargo, una vez que hemos realizado la introducción de variables ambientales a este instrumento de análisis económico, surge la pregunta:

¿Hasta qué punto es viable la utilización de las matrices de insumo-producto en el análisis de problemas ambientales?

Primeramente, es oportuno señalar algunas características de este modelo que pudieran ser considerados como desventajas para el análisis de la problemática ambiental:

El modelo de insumo-producto se caracteriza por suponer coeficientes técnicos fijos, pero las relaciones entre los sistemas ecológicos y económicos son no lineales, esto significa que los incrementos en el consumo de agua en un sector no serían proporcionales a un incremento en la demanda final, posiblemente este supuesto sea más adecuado para describir las relaciones interindustriales<sup>81</sup>, sin embargo, si no se introduce este supuesto el manejo de un sistema de contabilidad intersectorial -que incluya tanto variables económicas como ecológicas- se hace prácticamente imposible.

Por otro lado, las unidades que tradicionalmente se utilizan en insumo-producto para describir la actividad económica son las unidades monetarias, como ya apuntamos anteriormente, los bienes ecológicos carecen de un mercado donde sean intercambiados y por lo tanto, carecen de precio, una de las formas de estimarlos es a través de "*precios sombra*" en su defecto, se utilizan las unidades físicas de los bienes ambientales, esto es una situación válida para el modelo de insumo-producto de acuerdo con Richardson, Harry W., que afirma que: "*los bienes y productos ambientales pueden ser consistentes con la contabilidad del modelo de insumo-producto si se siguen los preceptos de las ecuaciones de balance material derivadas de la Ley de Conservación de la Materia*"<sup>82</sup>, el modelo elegido utiliza estos principios, por lo que creemos que es suficientemente válida su implementación para nuestro caso.

<sup>81</sup> Este punto es tratado en Richardson, Harry W., "*Input-Output and Regional Economics*", Centre for Research in the Social Science, University of Kent at Caterbury. Londres, 1972, cap. 11.

<sup>82</sup> *Ibidem*, pág. 212.

En este sentido, el análisis de las interrelaciones Medio Ambiente-Economía a través de la metodología de las Matrices de Insumo-Producto se constituye en una herramienta muy poderosa en la medida que es capaz de captar las vinculaciones entre los diferentes sectores que conforman la actividad económica (donde se incluyó al medio ambiente como un sector más) y de esta forma, medir en toda su magnitud el efecto sobre la economía y su conjunto o algunos aspectos de las acciones vinculadas a cada uno de los sectores específicamente, aunque no debe olvidarse que aunque tiene sus limitaciones, es un instrumento válido que contribuye al conocimiento de las relaciones entre la economía y el medio ambiente regional.

Sin embargo, ya que hemos llegado hasta este punto, es necesario pensar en las metas que al iniciar nos planteamos y lo que hemos logrado realizar. Por supuesto, recordando que durante la realización de este trabajo se presentaron diferentes obstáculos que de manera fundamental estuvieron relacionados con la existencia, disponibilidad y calidad de las fuentes de información, ya que cuando se trata de trabajar con información detallada de la región, no sólo en estadísticas económicas sino también en lo referente al uso de sus recursos naturales. Otro de los problemas que tuvimos que enfrentar fue el que se refiere a la selección de la metodología adecuada para el caso de estudio en particular, sin embargo, estamos convencidos que la elección que se ha hecho ha sido la más adecuada.

Finalmente, pensamos que los resultados obtenidos aquí cumplen los retos que nos planteamos al inicio de esta investigación, en el sentido de que se estableció la

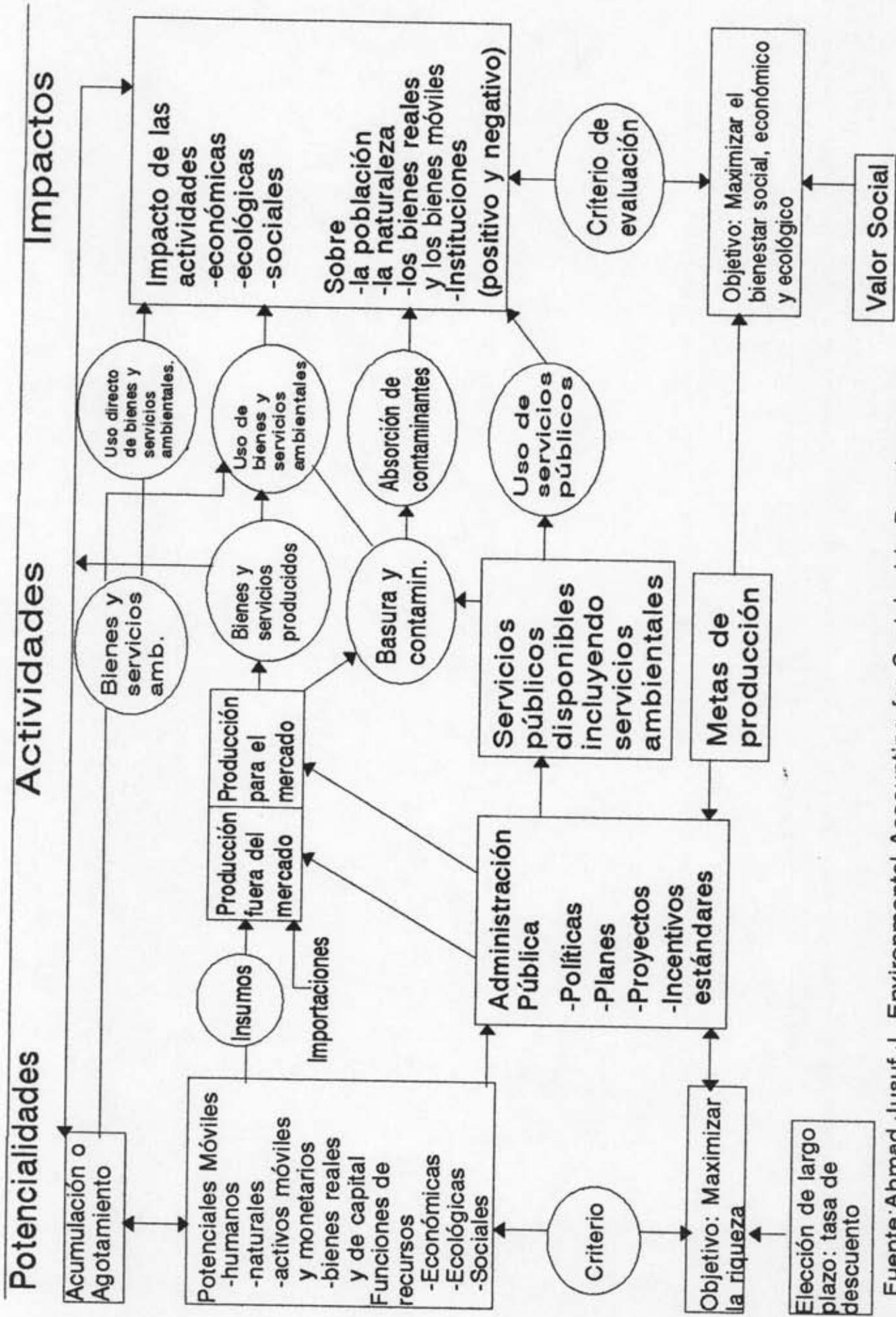
interrelación entre el sector económico y el ecológico de forma tal que es posible establecer el impacto sobre el medio ambiente de las actividades productivas locales considerando los encadenamientos productivos al interior de la región.

Aunque sufrimos de todas estas carencias y enfrentamos otra serie de problemas, esperamos que los resultados a que hemos llegado en este trabajo sean útiles para comprender las características de la economía de Baja California y las interrelaciones que ésta tiene con su sector ambiental y al mismo tiempo, pueda servir como un instrumento a utilizar en el proceso de toma de decisiones acerca de los rumbos que debe tomar el desarrollo regional, de forma tal que se obtengan los mayores beneficios de dicho proceso, considerando simultáneamente tanto el aspecto económico como el ecológico.

Una aplicación adicional de los resultados obtenidos es la posibilidad de establecer hasta qué punto es razonable el consumo de agua que hacen los diferentes sectores en sus procesos de producción, es decir, a través del multiplicador de consumo de agua es posible conocer el comportamiento del consumo de agua para un sector económico determinado, con base en el conocimiento de la existencia de una oferta limitada de este recurso, podría evaluarse la factibilidad para llevar a cabo la producción de los diferentes sectores que componen la economía de Baja California, tomando en cuenta además, las implicaciones que tiene el incremento del consumo de agua en la generación de aguas negras como factores contaminantes del medio ambiente regional.

**APENDICE ESTADISTICO**

Fig. 10 La relación Naturaleza Sociedad.



Fuente: Ahmad, Jusuf J., Environmental Accounting for Sustainable Development, UNEP, 1990.









Cuadro 7

## Diferentes Clasificaciones Sectoriales utilizadas en las Matrices de Insumo-Producto de Baja California

AGREGACION SECTORIAL PARA LA MIPBC 1980	AGREGACION SECTORIAL PARA LA MIP NAC.1965	AGREGACION SECTORIAL NACIONAL 1988.
1.-AGRICULTURA	1.- AGRICULTURA	1.-AGRICULTURA
2.- PESCA	4.- CAZA Y PESCA(Parte)	4.- CAZA Y PESCA (Parte)
3.- GANADERIA Y OTRAS ACT.PRIMARIAS	2.- GANADERIA 3.- SILVICULTURA 4.- CAZA Y PESCA(Parte) 5.- EXTR. DE MINERAL DE FIERRO 6.- OTRAS EXTRACTIVAS 7.- PLANTAS MET. MINERALES NO FERROSOS 8.- PETROLEO	2.- GANADERIA 3.- SILVICULTURA 4.- CAZA Y PESCA(Parte) GRAN DIV. II MINERIA 5.- CARBON,GRAFITO Y DERIVADOS 6.- PETROLEO CRUDO Y GAS 7.- MINERAL DE HIERRO 8.- MINERALES METALICOS NO FERROSOS 9.- CANTERAS,ARENA GRAVA Y ARCILLA 10.- OTROS MINERALES NO METALICOS
4.- ALIMENTOS	9.- ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO(Parte)	11.- CARNES Y LACTEOS 12.-FRUTAS Y LEG. 13.-MOLIENDA DE TRIGO 14.-MOLIENDA DE NIXTAMAL 15.- BENEFICIO Y MOLIENDA DE CAFE 16.-AZUCAR 17.-ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES 18.-ALIMENTOS PARA ANIMALES 19.-OTROS PROD. ALIMENTICIOS
5.- BEBIDAS	9.- ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO(Parte)	20.-BEBIDAS ALCOHOLICAS 21.-CERVEZA Y MALTA 22.-REFRESCO Y AGUAS GASEOSAS
6.- TEXTILES Y VESTUARIO	10.- TEXTILES 11.- CALZADO Y VESTIDO(Parte)	DIVISION II TEXTILES, PRENDAS DE VESTIR E IND. DEL CUERO 24.- HIL. Y TEJ. FIBRAS BLANDAS 25.- HIL. Y TEJ. FIBRAS DURAS 26.-OTRAS IND. TEXTILES 27 PRENDAS DE VESTIR
7.- MADERA, PAPEL, IMPRENTA Y CONEXAS	12.- MADERA 13.- PAPEL 14.- IMPRENTA Y EDITORIAL	DIVISION III IND. DE LA MADERA Y PROD. DE MADERA 29.- ASERRADEROS Y TRIPLAY 30.-OTROS PROD. DE MADERA Y CORCHO  DIVISION IV PAPEL, PROD. DE PAPEL, IMPRENTAS Y EDITORIALES 31.- PAPEL Y CARTON 32.- IMPRENTAS Y EDITORIALES
8.- QUIMICOS	17.- QUIMICOS	DIVISION V SUSTANCIAS QUIMICAS, DERIV. DEL PETROLEO, PROD. DE CAUCHO Y PLASTICO 33.- PET. Y DERIV. 34.- PETROQUIMICA BASICA 35.- QUIMICA BASICA 36.- ABONOS Y FERTILIZANTES 37.- RESINAS SINT. Y FIBRAS ARTIF. 38.- PRODUCTOS FARMACEUTICOS 39.- JABONES, DETERGENTES Y COSMETICOS 40.-OTROS PRODUCTOS QUIMICOS

9.- PROD. DE MINERALES NO METALICOS	18.- PROD. DE MINERALES NO METALICOS	42.- ARTICULOS DE PLASTICO DIVISION VI PRODUCTOS DE MIN. NO METALICOS, EXCEPTO DERIV. DEL PETROLEO Y CARBON 43.- VIDRIO Y PRODUCTOS 44.- CEMENTO 45.- PROD. DE MIN. NO METALICOS
10.- MAQ. Y EQUIPO	20.- MAQ. Y EQUIPO 21.- EQUIPO DE TRANSPORTE	DIVISION VIII PROD. METALICOS, MAQ. Y EQUIPO 48.- MUEBLES MET. 49.- METALICOS ESTRUCTURALES 50.- OTROS MET. EXCEPTO MAQUINARIA 51.- MAQ. Y EQUIPO NO ELECTRICO 52.-MAQ. Y APARATOS NO ELECT. 53.-ELECTRODOMEST 54.- APARATOS ELECTRONICOS 55.- APARATOS ELECTRICOS 56.- AUTOMOVILES 57.- MOTORES Y ACCES. PARA AUTOS 58.-EQU. Y MAT. DE TRANSPORTE
11.- OTRAS IND. DE TRANSFORMACION	9.-ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO(Parte) 11.-CALZADO Y VESTIDO(Parte) 15.- CUERO EXCEPTO CALZADO 16.- HULE 19.- SIDERURGIA 22.- OTRAS IND. DE TRANSFORMACION	23.- TABACO 28.- CUERO Y CALZADO 41.- PROD. DE HULE DIVISION VII INDUSTRIAS METALICAS BASICAS 46.- HIERRO Y ACERO 47.- METALES NO FERROSOS DIVISION IX OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS 59.- OTRAS IND. MANUFACTURERAS
12.- MAQUILADORAS	-----	-----
13.- COMERCIO	27.- COMERCIO	62.- COMERCIO
14.- CONSTRUCCION E INSTALACIONES	23.- CONSTRUCCION E INSTALACIONES	GRAN DIVISION IV CONSTRUCCION 60.- CONSTRUCCION
15.- ELECTRICIDAD Y AGUA	24.- ELECTRICIDAD	GRAN DIVISION V ELECTRICIDAD GAS Y AGUA 61.- ELECTRICIDAD GAS Y AGUA
16.-COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	26.-TRANSPORTE, ALMACENAJE Y COMUNICACIONES	GRAN DIVISION VII TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES 64.- TRANSPORTE 65.- COMUNICACION
17.- HOTELES, REST. Y SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO	29.- HOTELES Y RESTAURANTES 30.- SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO	63.- RESTAURANTES Y HOTELES 71.- SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO
18.- SERVICIOS FINANCIEROS	32.- BANCOS, SEGUROS Y FIANZAS	66.- SERVICIOS FINANCIEROS
19.- OTROS SERVICIOS	25.- PELICULAS CINEMATOGRAFICAS 28.- ALQUILER DE INMUEBLES 31.- OTROS SERVICIOS	GRAN DIVISION IX SERVICIOS COMUNALES SOCIALES Y PERSONALES 68.- SERV. PROFES. 69.- SERV. EDUCAC. 70.- SERV. MEDICOS 72.- OTROS SERVICIOS 73.- ADMON. PUBLICA 67.- ALQUILER DE INMUEBLES.

Las dos primeras columnas fueron tomadas de: Gobierno del Estado de Baja California. "Actualización de la Matriz de Insumo-Producto. Informe Final", Mexicali, Baja California, 1981. La tercera columna fue estimada con información de INEGI. "Sistema de Cuentas Nacionales de México 1988-1991", Mexico, D.F., 1992.

Cuadro 14		MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO BAJA CALIFORNIA AÑO 1980																				Otra Dda		Producc.
AGREGACION A 19 SECTORES		Matriz de Transacciones (Millones de Pesos Corrientes)																				Final	Bruta	
SECTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Final	Bruta			
1 Agricultura	150.9	0.0	199.0	917.1	435.1	85.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7469.1	9256.2		
2 Pesca	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1414.4	1425.2		
3 Ganadería y Otras	51.8	0.0	468.0	8.5	0.0	0.0	0.0	108.9	0.0	0.0	0.0	0.0	640.2	0.0	143.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2165.3	3586.3		
4 Alimentos	0.0	57.9	426.4	845.5	662.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	575.5	0.0	0.0	0.0	515.0	0.0	0.0	0.0	13962.7	17045.6		
5 Bebidas	0.0	38.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.1	0.0	0.0	0.0	568.1	0.0	5.8	0.0	12631.8	13305.4		
6 Textiles y Calzado	5.6	41.0	0.0	0.0	0.0	21.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	46.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4131.4	4255.4		
7 Madera, Papel	0.0	5.4	0.0	49.4	95.8	67.2	95.8	0.0	13.2	172.6	10.9	1.1	417.2	123.3	8.1	31.7	27.5	8.0	193.3	0.0	1496.4	2817.1		
8 Químicos	479.5	2.0	33.4	0.0	0.0	0.0	9.6	1.7	0.0	0.0	0.0	8.1	100.7	0.0	26.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1497.0	2158.5		
9 Prod. de Min. no Met.	0.0	1.4	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.8	0.0	0.0	0.0	395.6	2477.4	25.6	0.0	0.0	0.0	26.0	0.0	-1775.1	1236.6		
10 Maquinaria y Equipo	60.2	53.3	6.8	0.0	0.0	109.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	118.7	0.0	75.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9439.4	9963.8		
11 Otras Ind. de Tranf.	0.0	23.2	45.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.8	142.6	21.5	0.0	72.7	0.0	0.0	0.0	1619.7	1954.1		
12 Maquila	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2689.5	2689.5		
13 Comercio	231.4	49.2	89.7	1525.6	1138.9	377.0	254.1	0.0	119.5	511.9	164.3	33.9	643.8	1743.4	59.8	475.5	647.7	71.5	493.3	0.0	27335.6	35966.2		
14 Construc. e Instalac.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19264.1	19264.1		
15 Electricidad y Agua	160.1	0.7	14.7	301.7	986.6	68.1	48.5	1.3	6.9	133.2	21.9	23.9	154.7	92.5	76.8	135.7	276.2	15.7	727.0	0.0	-863.6	2392.5		
16 Comunic. y Transporte	94.4	45.7	17.9	59.7	171.6	11.9	56.3	0.9	5.4	175.6	21.5	18.0	428.0	849.5	7.7	45.0	64.9	146.3	311.6	0.0	4501.4	7033.4		
17 Hoteles, Rest., Serv. Esparc.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9829.1	9829.1		
18 Serv. Financieros	120.3	51.3	81.4	248.9	987.3	29.4	97.5	1.5	5.1	751.6	8.8	26.9	517.9	391.1	27.8	154.7	137.6	119.7	634.7	0.0	-745.0	3648.3		
19 Otros Servicios	119.4	54.7	64.2	1029.6	939.4	140.9	96.6	0.0	23.5	264.3	106.7	50.3	1129.3	1207.9	107.4	177.2	567.1	355.3	2114.6	0.0	20300.3	28848.9		
21 Hogares	1256.1	511.6	173.9	1286.9	2768.9	525.1	439.7	227.5	239.2	1574.3	311.7	1069.6	6312.1	2591.4	1218.0	1323.0	2729.5	1152.5	6767.9	0.0	32498.9	0.0		
22 Otro Valor Agregado	6526.6	489.0	1953.5	10772.8	5109.3	2819.7	1719.0	1925.6	641.0	6280.3	1308.3	1418.0	24385.1	9655.2	594.3	4690.6	4222.6	1779.3	17574.7	0.0	0.0	103864.6	0.0	
28 Total	9256.2	1425.2	3586.3	17045.6	13305.4	4255.4	2817.1	2158.5	1236.6	9863.8	1954.1	2689.5	35966.2	19264.1	2392.5	7033.4	9829.1	3648.3	28848.9	136363.5	0.0	312939.6	0.0	

Cuadro 15		
INDICES DE PRECIO DE LA PRODUCCION BRUTA		
SECTORES		1988
1 Agricultura		8736.6
2 Pesca		9534.4
3 Ganaderia y Otras		7728.1
4 Alimentos		8342.8
5 Bebidas		9146.0
6 Textiles y Calzado		8300.1
7 Madera, Papel		9740.3
8 Químicos		10196.3
9 Prod. de Min. no Met.		9811.8
10 Maquinaria y Equipo		10220.1
11 Otras Ind. de Tranf.		10120.5
12 Maquila		6402.0
13 Comercio		8055.4
14 Construc. e Instalac.		7997.0
15 Electricidad y Agua		8926.2
16 Comunic. y Transporte		9814.5
17 Hoteles, Rest., Serv. Esparc.		12541.8
18 Serv. Financieros		9930.0
19 Otros Servicios		6694.2
Fuente: Elaboración propia a partir de Sistema de Cuentas Nacionales de México 1988-1991. Tomo III		



Cuadro 16 (Continuación)													Otra Dda		Produc.	
													Final	19	Bruta	
11	12	13	14	15	16	17	18	19								
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	563421.0	0.0	641184.6	
0.0	0.0	1398.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	300719.2	0.0	302117.8	
0.0	0.0	102378.2	0.0	33338.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	201981.5	0.0	426118.0	
0.0	0.0	85244.7	0.0	0.0	0.0	43923.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	383579.4	0.0	621513.9	
0.0	0.0	8261.8	0.0	0.0	0.0	44195.2	0.0	80.3	0.0	0.0	0.0	0.0	250108.8	0.0	311181.2	
0.0	14869.8	6961.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	167286.3	0.0	200520.2	
296.8	1448.1	52935.5	1582.8	1498.9	1565.1	2010.3	32.5	2527.2	0.0	0.0	0.0	0.0	198069.9	0.0	303803.0	
0.0	10375.3	12206.1	0.0	4674.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	179568.7	0.0	239861.2	
0.0	0.0	49831.4	31571.6	4682.8	0.0	0.0	0.0	337.0	0.0	0.0	0.0	0.0	151061.0	0.0	254051.8	
0.0	345.0	14352.2	0.0	13234.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1112990.2	0.0	1159839.9	
0.0	0.0	3513.5	1761.3	3818.6	0.0	5113.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28021.6	0.0	51000.1	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5508678.4	0.0	5508678.4	
5388.7	55157.5	98770.0	27062.3	13326.6	28428.0	57210.8	350.0	7799.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4938884.3	0.0	5517877.8	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	301215.2	0.0	301215.2	
647.6	35159.7	21412.2	1295.3	15442.0	7324.5	22015.1	69.3	10372.1	0.0	0.0	0.0	0.0	292287.8	0.0	481060.7	
578.5	24072.9	53893.7	10823.7	1400.1	2209.0	4702.8	587.7	4042.9	0.0	0.0	0.0	0.0	191116.3	0.0	345158.5	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	557598.6	0.0	557598.6	
233.9	35511.6	64457.1	4924.3	5016.2	7505.1	9859.5	475.1	8139.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-279462.1	0.0	14485.3	
4209.8	98505.8	208491.1	22561.6	28801.3	12752.2	60277.4	2092.8	40228.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-119943.8	0.0	548822.2	
4688.9	2052328.7	701302.6	29444.1	160058.9	38590.7	72024.9	2688.2	112202.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3582640.5	
34955.9	3180903.9	4032467.5	170188.2	195767.3	246783.9	236265.4	8189.6	363093.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11344541.7	
51000.1	5508678.4	5517877.8	301215.2	481060.7	345158.5	557598.6	14485.3	548822.2	0.0	0.0	0.0	0.0	14927182.1	0.0	32713270.6	

## Cuadro 17

## ESTADÍSTICAS DEL SECTOR AMBIENTAL EN BAJA CALIFORNIA

SECTORES	Consumo de Agua	Generación de Aguas Negras
1 Agricultura	3726764535	2236058721
2 Pesca	0	0
3 Ganadería y Otras	468717	281230
4 Alimentos	934503	560702
5 Bebidas	2317607	1390564
6 Textiles y Calzado	20764	12458
7 Madera, Papel	62611	37567
8 Químicos	695	417
9 Prod. de Min. no Met.	10220	6132
10 Maquinaria y Equipo	23826	14296
11 Otras Ind. de Tranf.	615	369
12 Maquila	2047462	1228477
13 Comercio	4321830	2593098
14 Construc. e Instalac.	111637	66982
15 Electricidad, Gas y Agua	2406	1444
16 Comunic. y Transporte	440993	264596
17 Hoteles, Rest., Serv. Esparc.	5194254	3116552
18 Serv. Financieros	98773	59264
19 Otros Servicios	4041343	2424806
Hogares	74133705.2989	44480223

Nota: Los Datos están medidos en metros cúbicos

Cuadro 18										
MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO "ECOLOGICA" DE BAJA CALIFORNIA AÑO 1988										
AGREGACION A 19 SECTORES										
Matriz de Transacciones (Millones de Pesos)										
SECTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Agricultura	10451.3	0.0	20919.5	31930.3	10652.5	3810.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2 Pesca	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 Ganadería y Otras	4059.2	0.0	55608.4	335.5	0.0	0.0	0.0	0.0	28416.8	0.0
4 Alimentos	0.0	14017.9	46932.3	30827.1	16988.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 Bebidas	0.0	8535.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6 Textiles y Calzado	404.9	9994.9	0.0	0.0	0.0	1002.6	0.0	0.0	0.0	0.0
7 Madera, Papel	0.0	1123.8	0.0	1543.8	2103.8	2699.8	10329.3	0.0	2738.3	21297.1
8 Químicos	28458.7	395.5	3003.6	0.0	0.0	0.0	986.7	191.9	0.0	0.0
9 Prod. de Min. no Met.	0.0	293.6	1107.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15166.9	0.0
10 Maquinaria y Equipo	3562.7	10541.1	612.2	0.0	0.0	4201.5	0.0	0.0	0.0	0.0
11 Otras Ind. de Tranf.	0.0	4639.3	4132.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 Maquila	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13 Comercio	17385.2	12336.8	10220.1	57610.1	30243.5	18305.8	33134.6	0.0	29892.4	76371.9
14 Construc. e Instalac.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15 Electricidad y Agua	10856.9	161.4	1512.6	10281.8	23881.5	2983.3	5702.0	164.4	1563.8	17927.5
16 Comunic. y Transporte	5821.8	9421.2	1677.7	1849.1	3740.8	474.8	6030.1	99.7	1117.5	21498.3
17 Hoteles, Rest., Serv. Esparc.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18 Serv. Financieros	7333.6	10442.9	7527.9	7623.7	21266.6	1156.5	10310.7	172.4	1029.2	90961.4
19 Otros Servicios	10794.8	16523.4	8805.5	46784.1	30015.8	8229.4	15161.9	0.0	7074.9	47455.5
21 Hogares	58098.4	66362.2	15600.7	32811.7	41304.4	17391.3	28403.3	14464.5	29212.8	105662.1
22 Otro Valor Agregado	483957.2	137328.8	248457.6	399916.7	130983.4	140265.1	193744.4	224768.3	137839.1	778666.1
28 Total	641184.6	302117.8	426118.0	621513.9	311181.2	200520.2	303803.0	239861.2	254051.8	1159839.9
Sector Ambiental *	3726764535	0	468717	934503	2317607	20764	62611	695	10220	23826

Notas: \* Los Datos del Sector Ambiental están medidos en metros cúbicos

Cuadro 18 (Continuación)		12	13	14	15	16	17	18	19	Otra Dda	Produc.	Sector
										Final	Bruta	Ambiental
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	563421.0	641184.6	2236058721
	0.0	0.0	1398.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	300719.2	302117.8	0
	0.0	0.0	102378.2	0.0	33338.5	0.0	0.0	0.0	0.0	201981.5	426118.0	281230
	0.0	0.0	85244.7	0.0	0.0	0.0	43923.7	0.0	0.0	383579.4	621513.9	560702
	0.0	0.0	8261.8	0.0	0.0	0.0	44195.2	0.0	80.3	250108.8	311181.2	1390564
	14869.8	6961.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	167286.3	200520.2	12458
296.8	1448.1	52935.5	1582.8	1498.9	1565.1	2010.3	32.5	2527.2	198069.9	303803.0	37567	37567
0.0	10375.3	12206.1	0.0	4674.6	0.0	0.0	0.0	0.0	179568.7	239861.2	417	417
0.0	0.0	49831.4	31571.6	4682.8	0.0	0.0	0.0	0.0	337.0	151061.0	254051.8	6132
0.0	345.0	14352.2	0.0	13234.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1112990.2	1159839.9	14296
0.0	0.0	3513.5	1761.3	3818.6	0.0	5113.4	0.0	0.0	0.0	28021.6	51000.1	369
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5508678.4	5508678.4	1228477
5388.7	55157.5	98770.0	27062.3	13326.6	28428.0	57210.8	350.0	7799.1	4938884.3	5517877.8	2593098	2593098
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	301215.2	301215.2	66982
647.6	35159.7	21412.2	1295.3	15442.0	7324.5	22015.1	69.3	10372.1	292287.8	481060.7	1444	1444
578.5	24072.9	53893.7	10823.7	1400.1	2209.0	4702.8	587.7	4042.9	191116.3	345158.5	264596	264596
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	557598.6	557598.6	3116552
233.9	35511.6	64457.1	4924.3	5016.2	7505.1	9859.5	475.1	8139.6	-279462.1	14485.3	59264	59264
4209.8	98505.8	208491.1	22561.6	28801.3	12752.2	60277.4	2092.8	40228.7	-119943.8	548822.2	2424806	2424806
4688.9	2052328.7	701302.6	29444.1	160058.9	38590.7	72024.9	2688.2	112202.3	0.0	3582640.5	44480223	44480223
34955.9	3180903.9	4032467.5	170188.2	195767.3	246783.9	236265.4	8189.6	363093.1	0.0	11344541.7		
51000.1	5508678.4	5517877.8	301215.2	481060.7	345158.5	557598.6	14485.3	548822.2	14927182.1	32713270.6	2292597898	
615	2047462	4321830	111637	2406	440993	5194254	98773	4041343	74133705			3820996496

## Cuadro 19

## Multiplicadores de Insumo-Producto

	Simple del Producto	Simple del Ingreso	De Consumo de Agua
Sectores			
1 Agricultura	1.1816	0.1152	5912.3298
2 Pesca	1.4169	0.2752	27.1554
3 Ganaderia y Otras	1.5169	0.0816	377.2588
4 Alimentos	1.3718	0.1059	324.1699
5 Bebidas	1.5577	0.2283	232.7161
6 Textiles y Calzado	1.2598	0.1254	115.3104
7 Madera, Papel	1.3288	0.1452	3.2801
8 Químicos	1.0032	0.0608	0.0306
9 Prod. de Min. no Met.	1.4617	0.1639	47.2972
10 Maquinaria y Equipo	1.2948	0.1408	2.6340
11 Otras Ind. de Tranf.	1.2655	0.1359	2.7667
12 Maquila	1.0606	0.3834	1.2490
13 Comercio	1.1833	0.1516	14.6141
14 Construc. e Instalac.	1.4315	0.1587	7.7526
15 Electricidad, Gas y Agua	1.3414	0.3794	28.6856
16 Comunic. y Transporte	1.2109	0.1479	3.6584
17 Hoteles, Rest., Serv. Esparc.	1.5811	0.2190	57.1311
18 Serv. Financieros	1.2977	0.2394	9.0646
19 Otros Servicios	1.1628	0.2365	9.0138

## **ANEXO METODOLOGICO**

## ANEXO METODOLOGICO

### I.- LAS MATRICES DE INSUMO PRODUCTO

En forma simple, el modelo de Insumo-Producto provee una descripción de los flujos de bienes y servicios de una región expresados en una unidad de medida común: unidades monetarias.

Una *matriz de transacciones*, provee una contabilidad detallada de los niveles de actividad económica regional, cómo y en qué grado existe una interdependencia regional industrial, cuál es la distribución de los insumos primarios, cuales son las declaraciones de demanda final y cómo el uso de los recursos está ligado a la actividad económica. En forma simplificada, esto puede observarse en el cuadro 8\* :

Las relaciones reflejadas en esta figura se realizan por medio de un sistema de contabilidad de doble entrada. Leyendo a través de los renglones es posible encontrar que las ventas totales para cada sector vendedor (denominado  $X_i$ ) resultan de todas las transacciones interindustriales ( $X_{ij}$ ) más la producción vendida a la demanda final ( $F_i$ ):

$$X_i = X_{i1} + \dots + X_{ij} + \dots + X_{in} + F_i \quad i = 1 \dots n \quad (I-1)$$

La ecuación (I-1) puede ser escrita en forma compacta de la siguiente manera:

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} + F_i \quad i = 1 \dots n \quad (I-2)$$

\* State of California, "Measuring Economic Impacts. The Application of Input-Output Analysis to California Water Resources Problems". Department of Water Resources, Boletín 210, Marzo 1980, página 60.

donde la  $n$  representa el número de sectores de la economía, la suma de  $j=1$  hasta  $n$  refleja las ventas interindustriales de productos y servicios de la industria  $i$  al resto de las industrias.

El componente de la demanda final de las ventas totales puede ser desagregado en ventas al consumo personal ( $C_i$ ), producción vendida para inversión ( $I_i$ ), ventas al gobierno ( $G_i$ ), y las exportaciones a mercados que se encuentran fuera de la región bajo análisis ( $E_i$ ). Esto en forma de ecuación es:

$$F_i = C_i + I_i + G_i + E_i, \quad i = 1 \dots n \quad (I-3)$$

La naturaleza de la doble entrada de la *Matriz de Transacciones* en Insumo-Producto representada en la figura mostrada anteriormente resulta de una segunda contabilidad: hecha por columnas. Estas identidades contables describe los patrones de compra de insumos en los procesos de producción. Los gastos brutos ( $X_j$ ) para cada sector comprador está compuesto de las compras de insumos intermedios ( $X_{ij}$ ), el Valor Agregado ( $V_j$ ), y los insumos importados de fuera de la región ( $M_j$ ):

$$X_j = X_{1j} + \dots + X_{ij} + \dots + X_{nj} + V_j + M_j, \quad j = 1 \dots n \quad (I-4)$$

como en el caso de las ecuaciones de las ventas es decir por renglones, las ecuaciones de las compras pueden ser presentadas en forma compacta:

$$X_j = \sum_{i=1}^n X_{ij} + V_j + M_j, \quad j = 1 \dots n \quad (I-5)$$

donde la ecuación anterior detalla la relación existente entre los niveles de producción y todos sus componentes, estableciendo que las producciones obtenidas son logradas como resultado de una combinación de insumos, concepto que es conocido como "*función de producción*".

En este caso el componente del Valor Agregado puede ser desagregado en cinco fuentes de insumos primarios: Sueldos y Salarios ( $EC_j$ ), Beneficios ( $PR_j$ ), Intereses ( $IN_j$ ), Impuestos

Indirectos ( $T_j$ ) y la depreciación del capital ( $D_j$ ).

De otra forma:

$$V_j = EC_j + PR_j = IN_j + T_j + D_j, \quad j = 1 \dots n \quad (I-6)$$

La identidad contable final de la Matriz de Insumo-Producto es que el total de ventas de una industria debe ser igual al total de compras de insumos de este sector provenientes de todos los sectores, es decir, en una economía cerrada implica que:

$$X_i = X_j \quad i=j \quad (I-7)$$

## EL MODELO DE INSUMO-PRODUCTO

Como se mencionó anteriormente, la Matriz de Insumo-Producto define la economía regional en un período específico de tiempo, usualmente de un año. Este pequeño apartado desarrollará las extensiones necesarias de la metodología de Insumo-Producto para hacer proyecciones de impactos económicos.

Bajo el supuesto de que los insumos dentro del proceso de producción son usados en proporción directa al nivel de producto, se establece un conjunto de ecuaciones de producción de forma estructural:

$$X_{ij} = a_{ij} X_j \quad i,j = 1 \dots n \quad (I-8)$$

donde  $a_{ij}$  puede ser definido como la proporción en que el insumo  $i$  pasa a formar parte del valor del bien producido  $j$ . Sustituyendo estas relaciones en la ecuación (I-1) resulta:

$$X_i = a_{i1} X_1 + \dots + a_{ij} X_j + \dots + a_{in} X_n + F_i, \quad i = 1 \dots n \quad (I-9)$$

la expresión anterior puede ser reducida si se escribe en notación matricial, es decir,

$$X = a X + F \quad (I-10)$$

donde  $X$  y  $F$  son vectores de  $n$  dimensiones y  $a$  es la matriz de coeficientes técnicos de orden  $n$  por  $n$ . En forma matricial, la solución general de este conjunto de ecuaciones para  $X$  en términos de la matriz  $a$  y de  $F$  es:

$$X = (I - a)^{-1} F = QF \quad (I-11)$$

donde  $I$  es una Matriz Identidad de dimensión  $n$  y el término  $^{-1}$  significa que es la matriz inversa. La matriz inversa  $(I-a)^{-1}$  denotada anteriormente como  $Q$ , es conocida como la Matriz de coeficientes directos e indirectos, aunque generalmente se le denomina Matriz Inversa de Leontief, y a sus elementos se les representa como  $\alpha$ . Por el lado de las filas -o renglones- la ecuación (I-11) implica que dado un vector de demanda final,  $F$ , pueden ser estimados los niveles de producción regional

$$X_i = \alpha_{i1} F_1 + \dots + \alpha_{ij} F_j + \dots + \alpha_{in} F_n + F_i, \quad i = 1 \dots n \quad (I-12)$$

para cada industria  $i$ . Diferenciando la ecuación  $i$ -ésima con respecto a la demanda final por sector  $j$ ,

$$\frac{\delta X_i}{\delta F_j} = \alpha_{ij} \quad i, j = 1 \dots n \quad (I-13)$$

la interpretación del elemento  $\alpha_{ij}$  es que representa el cambio en la producción de la industria  $i$  por el cambio en una unidad en la demanda final del sector  $j$ . Los elementos  $\alpha_{ij}$  pueden ser sumados a través de las columnas en todas las industrias  $i$  para proveer los coeficientes directos e indirectos de incremento en la producción bruta ( $\alpha_j$ )

$$\alpha_j = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} \quad j = 1 \dots n \quad (I-14)$$

este indica el cambio en la producción total de la economía ante cambios unitarios en la demanda

final del sector j.

## SUPUESTOS

La construcción del modelo de Insumo-Producto utilizado en economía, el cual es usado para hacer proyecciones de cambios en la economía regional requiere de ciertos supuestos simplificadores. Los dos supuestos generalmente considerados como los más críticos están relacionados a:

1) *la homogeneidad de los sectores industriales y*

2) *tecnologías fijas de producción.*

El supuesto de *homogeneidad* implica que cada sector usa solamente un método de producción y produce sólo un producto principal.

El segundo supuesto más importante de los modelos de Insumo-Producto es que la *tecnología de producción es estática* y los coeficientes técnicos de producción ( $a_{ij}$ ) no cambian.

El modelo de Insumo-Producto es generalmente aceptado como un instrumento para elaborar evaluación de economías regionales y provee además uno de los pocos medios para realizar análisis generales que consideran las interrelaciones de la economía regional.

## II.- LOS MULTIPLICADORES DE INSUMO-PRODUCTO

### Multiplicadores Tradicionales de Insumo-Producto

El modelo de insumo-producto que ya se ha descrito en la sección anterior, nos permite que a partir de sus componentes podamos hacer una serie de aplicaciones que nos conduzcan al conocimiento del comportamiento de los sectores productivos de la economía que se está analizando, son muchas las aplicaciones que pueden hacerse, de entre las más importantes puede mencionarse el análisis de impacto, es decir, el análisis de posibles cambios en los sectores productivos a partir de cambios en algún componente de la demanda final o en algunos de ellos, esto se realiza a través de la estimación de "*Multiplicadores*".

En general, los multiplicadores toman su nombre en dependencia del aspecto sobre el cual se esté calculando el impacto, entre los que describiremos aquí los siguientes:

1.- *Multiplicadores de Producción*. Este multiplicador está definido como el valor de la producción de todos los sectores de la economía que es necesario para satisfacer un peso adicional de la demanda final de productos del sector  $i$ . La solución matemática a estos se calcula a partir del concepto de la *matriz inversa de Leontief* cuyos elementos se denominan  $\alpha_{ij}$ , de acuerdo a lo expuesto al final de la sección anterior donde se llegó a la formalización del cálculo, presentándose ahora para el caso del multiplicador para un sector  $j$ :

$$O_j = \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} \quad (\text{II-1})$$

Este multiplicador se considera como el multiplicador simple de la producción, ya que sólo incluye los *efectos directo e indirecto*, donde definimos el *efecto directo* como el peso adicional que es gastado en bienes de ese sector que presiona a que la producción del sector  $j$  se vea incrementada en un peso, y el *efecto indirecto* se refiere al incremento en la producción de todos los sectores para satisfacer el incremento en la producción del sector  $j$  necesario para satisfacer el incremento de esa demanda adicional.

Existe también el multiplicador total del producto, que incluye además de los anteriores, los *efectos inducidos* definidos como el incremento de la demanda dado el incremento de los salarios a causa del incremento en la producción de todos los sectores, el cálculo de este multiplicador se realiza solamente si la matriz de insumo producto es "cerrada" con respecto a los hogares; esto es que la columna del consumo personal y la fila de retribuciones al trabajo se agregan a la matriz de coeficientes técnicos, cuyos elementos se distinguen por medio de un acento circunflejo, al igual que los elementos de la inversa de *Leontief* derivados a partir de ella, se considera entonces que la economía tiene los  $n$  sectores más uno, al ser endógenas la fila y columna relativa a los hogares, pudiendo finalmente calcularse este multiplicador de la siguiente manera:

$$\hat{O}_j = \sum_{i=1}^{n+1} \alpha_{ij} \quad (II-2)$$

2.- *Multiplicadores del Ingreso*. Esta clase de multiplicadores se encamina a medir el efecto sobre el ingreso de los hogares, para lo que el incremento en la producción de los sectores debe ser

multiplicado por el coeficiente de pagos al trabajo de cada uno de ellos ( $a_{n+1,j}$ ), que representa la capacidad de incidir sobre el ingreso personal del peso adicional de incremento en la demanda, quedando la formulación matemática de la siguiente manera:

$$H_j = \sum_{i=1}^n a_{n+1,j} \alpha_{ij} \quad (\text{II-3})$$

De igual forma, existe una versión para el multiplicador del efecto total sobre el ingreso, calculada en base a lo siguiente:

$$H_j = \sum_{i=1}^{n+1} a_{n+1,j} \alpha_{ij} \quad (\text{II-4})$$

Ahora bien, a estos dos últimos multiplicadores es posible agruparlos bajo el nombre de “Multiplicadores del Ingreso de tipo I” y tienen como característica común que los efectos sectoriales se calculan en base al peso inicial de incremento en la demanda final.

De igual forma, existe otro tipo de multiplicadores de Insumo-Producto, denominados “Multiplicadores de Ingreso de tipo II” que se diferencian de los anteriores en que el efecto inicial sobre el cual se calculan no es el peso de incremento en la demanda final sino su efecto sobre el ingreso personal del sector donde se incrementó la demanda final, calculándose en su versión simple de la siguiente forma:

$$Y_j = \sum_{i=1}^n \frac{a_{n+1,i} \alpha_{ij}}{a_{n+1,j}} \quad (\text{II-5})$$

y el multiplicador total se calcula de acuerdo a:

$$Y_j = \sum_{i=1}^{n+1} \frac{a_{n+1,i} \alpha_{ij}}{a_{n+1,j}} \quad (\text{II-6})$$

3.- *Multiplicadores de Empleo.* El concepto detrás de este multiplicador se plantea bajo la idea de conocer el incremento del número de empleados por sector, dado el incremento en la demanda final, para poder hacer esto, se supone conocido el número de trabajadores por sector de forma tal que pueda establecerse la relación entre el número de ocupados en términos físicos y la producción total luego de esto, y siguiendo los argumentos de los multiplicadores del ingreso en lo que respecta a la separación de los multiplicadores por tipos I y II, tenemos que en los multiplicadores de empleo se sustituye el término  $a_{n+1,j}$  por el coeficiente de empleo en términos físicos que denominaremos  $w_{n+1,j}$  calculándose de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Multiplicadores Tipo I.

Multiplicador Simple

$$E_j = \sum_{i=1}^n w_{n+1,i} \alpha_{ij} \quad (\text{II-7})$$

### Multiplicador Total

$$E_j = \sum_{i=1}^{n+1} w_{n+1,j} \alpha_{ij} \quad (\text{II-8})$$

### Multiplicadores Tipo II

#### Multiplicador Simple

$$W_j = \sum_{i=1}^n \frac{w_{n+1,i} \alpha_{ij}}{w_{n+1,j}} \quad (\text{II-9})$$

#### Multiplicador Total

$$W_j = \sum_{i=1}^{n+1} \frac{w_{n+1,i} \alpha_{ij}}{w_{n+1,j}} \quad (\text{II-10})$$

Es necesario señalar que en el caso de este último grupo de multiplicadores se debe ser muy cuidadoso en su interpretación, pues el término  $w$  se refiere a unidades físicas (número de trabajadores) y esto pudiera traer cierta confusión, siguiendo un procedimiento similar, pueden derivarse otros multiplicadores de los diferentes componentes de las funciones de producción, como a continuación presentaremos la derivación del multiplicador ecológico basándonos en las ideas antes expuestas.

## Multiplicador de Consumo de Agua

Detrás de la construcción de este multiplicador se plantea la idea de conocer el incremento del número de metros cúbicos de agua consumida en la actividad económica, dado un incremento en la demanda final de un sector particular, para poder hacer esto, se supone conocido el consumo de agua por sector de forma tal, que pueda establecerse la relación entre el consumo de agua en términos físicos y la producción total, al estilo del multiplicador del empleo descrito con anterioridad.

De manera similar, definiremos entonces las cantidades de agua por cada millón de pesos (términos en que está referida la matriz) como  $b_{e,i}$  para los  $i$  sectores, calculándose entonces el Multiplicador de Consumo de Agua de acuerdo a:

Multiplicador de Consumo de Agua

$$I_j = \sum_{i=1}^n b_{e,i} \alpha_{ij} \quad (\text{II-7})$$

Pudiendo establecer también en este caso, el Multiplicador total que se calcularía de acuerdo

a:

$$I_j = \sum_{i=1}^{n+1} b_{e,i} \alpha_{ij} \quad (\text{II-8})$$

## **BIBLIOGRAFIA**

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ahmad, Yusuf J., Environmental Accounting for Sustainable Development, UNEP, World Bank Symposium, Washington, 2a. reimp., 1990, 100p.
- Alvarez López, Juan., El Medio Ambiente en el Desarrollo de la Frontera Norte de México, Cuadernos de Economía, Serie 3, No.5, Facultad de Economía, UABC, Tijuana, Baja California, 1988.
- Atkenson, Timothy., "The Mexican-US. Border Environmental Plan". en Journal of Environment & Development, Vol.1, Summer 19992. 143 pp.
- Banco Mundial., "Integrated Environmental and Economic Accounting. A case of study for Mexico." Environment working Paper No. 50, 1991.
- Bassols B, Angel., Recursos Naturales de México.. Teoría, conocimiento y uso., 20a. Ed., Nuestro Tiempo, México, 1978, 370 p.
- Boege, Eckart.,Rodríguez, Hipólito., Desarrollo y Medio Ambiente en Veracruz., Fundación Friedrich Ebert Stiftung/Instituto de Ecología A.C./CIESAS-GOLFO, 1a. Ed., 1992, 303 p.
- Boyd R.,N.D.Uri, "The cost of improving the quality of environment" en Environment and Plannig, Gran Bretaña, Vol.23,1991,pp1163-1182.
- Bulmer-Thomas, V., Input-Ouput Analysis in Developing Countries. Sources, Methods and Applications, John Wiley & Sons Ltd., New York, 1982.
- Calleros, Jesús Román, Origen y Desarrollo de dos Areas de Riego., Cuadernos COLEF, 1a. Edición, Tijuana, 1990, 184 p..
- CEPAL, "The environmental dimension in development planning I",1991,302 p.
- "El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente", 1991, 146 p.
- "Hacia un desarrollo sostenido en América Latina y el Caribe: restricciones y requisitos", 1989, 93 p.
- "El medio ambiente como factor de desarrollo",1989, 214 p.

- Temas especiales de desarrollo No. 4 Serie Infoplan, Resúmenes de documentos sobre planificación y medio ambiente, 1987, 111 p.
- Evaluaciones del Impacto Ambiental en América Latina y el Caribe, ONU, Santiago de Chile 1991, 232 p.
- Clement, Norris y Zepeda, Eduardo., San Diego-Tijuana in Transition: A regional analysis., Institute for Regional Studies of the Californias, San Diego State University, San Diego, CA., 1993.
- Cumberland, J., "A Regional Interindustry Model for Analisis of Development Objectives", Papers and Proceedings of the Regional Science Association, No. 17 65-69 pp.
- Delgadillo, José., Florística y Ecología del Norte de Baja California, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, 1990.
- Diechmann, Uwe. An Integrated Multiregional Input-Output Model for Water Policy Analysis. University of California Santa Barbara, Tesis de Maestría sin publicar, Diciembre 1989.
- El Colegio de la Frontera Norte. Frontera Norte 4, Vol.2, Jul-Dic. 1990, El COLEF, Tijuana, Baja California, 1990.
- Economía Fronteriza y Libre Comercio, COLEF I, Vol. 1, 1a. Edición, COLEF/Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Tijuana, 1992.
- Frontera y Medio Ambiente, COLEF I, Vol. V, 1a. Edición, COLEF/Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Tijuana, 1992.
- Engelbert, E., Foley S. Ann., Competition for California Water. Alternative Solutions., University of California Press, Berkeley CA, 208 p.
- Farrugia, C., The special working environment of Senior Administrators in Small Islands, en World Development, Pergamon Press, 1993.
- FNUAP., Estado de la Población Mundial 1992, ONU, New York, 1992, 46 p.
- FNUAP., Cuestiones de Población. Juego de Documentos Informativos 1992, ONU, New York, 1992, 21 p.
- Fundación Friedrich Ebert Stiftung., Educación ambiental, México, 1992, 2a. Ed.
- Memoria. Energía, Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, México, 1992, 190 p.

- Gilbreath, Jan., "Financing Environmental and infrastructure needs on Texas-Mexico Border. Will the Mexican - US Integrated Border Plan help?" en Journal of Environment & Development, vol.1, núm.1, Summer 1992, 143 p.
- Gobierno del Estado de Baja California. Actualización de la Matriz de Insumo-Producto. Informe Final., Secretaría de Desarrollo Económico, Mexicali, 1982.
- Estadísticas Básicas del Estado de Baja California., Secretaría de Desarrollo Económico, 1993.
- Primer Informe de Gobierno. Lic. Ernesto Ruffo A., Anexo Estadístico. Secretaría de Desarrollo Económico, Mexicali, 1990.
- Goldenberg, José., "Current Policies Aimed at Attaining a Model of Sustainable Development in Brazil", en Journal of Environmental & Development, vol.1, núm.1, Summer 1992, 143 p.
- Goodland R, y G. Ledec 1987 "Neoclassical Economics and Principles of sustainable development", en Ecological Modelling, Vol. 38, Sept., pp 19-46.
- Hafkamp Wilhelmus A. "Economic-Environmental Modeling in a National-Regional System" Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1984.
- INEGI., Sistema de Cuentas Nacionales de México 1988-1991, Tomo I., Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1993.
- INEGI., Sistema de Cuentas Nacionales de México 1988-1991, Tomo II, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1993.
- INEGI., Sistema de Cuentas Nacionales de México 1988-1991, Tomo III, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI, 1993.
- INEGI., Anuario Estadístico de Baja California, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, COPLADE, Edición 1991.
- INEGI., Anuario Estadístico de Baja California 1988, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1993.
- INEGI., X Censo Comercial y X Censo de Servicios. Resultados Definitivos, Baja California., Censos Económicos 1989, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1993.
- INEGI., XIII Censo Industrial. Resultados Definitivos, Baja California., Censos Económicos 1989, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1993.

- Jorgenson Dale W. y Wilcoxon Peter., "Intertemporal General Equilibrium Modeling of US Environmental Regulation" Universidadde Harvard, 1989.
- Johnson, Manuel H., Bennett, James T., "Regional Environment and Economic Impact Evaluation. An Input-Output Approach", tomado de Regional Science and Urban Economics, No. 11, 1981.
- Leff, Enrique., Medio Ambiente y Desarrollo en México., Vol.1, Editorial Porrúa, 1a. Ed., 1990.
- Leonard, Jeffrey H., "Environment and Poor: Development Strategies for a Common Agenda", en US Third World Policy Perspectives, No.11, Overseas Development Council, 1989, New Brunswick, 225 p.
- Leriché G, Cristian E., "La propuesta cepalina del desarrollo sustentable latinoamericano y medio ambiente", en El Cotidiano No. 52, México 1993, 109-111 pp.
- Margulis, Sergio., Back of the Envelope Estimates of Environmental Damage Costs in Mexico, en Banco Mundial, Working Papers January, 1992.
- Mármora, Leopoldo., "La Ecología en las Relaciones Norte-Sur: el Debate sobre el Desarrollo Sustentable". En Comercio Exterior, Vol. 42, Num 3, Mex. DF, Marzo de 1992.
- Martínez-Alier, Juan., Ecological Economics. Energy, Environment and Society., Blackwell Publishers, Oxford, 1993.
- Miller, Ronald E., Blair, Peter D., Input Output Analysis. Foundations and Extensions., Prentice Hall eds, 1985.
- Miller, R., Polenske, Karen., Frontiers of Input-Output Analysis., Oxford University Press, New York, 1989.
- Montalvo, Carlos., Costo Ambiental del crecimiento industrial: El caso de la Maquiladora Eléctrica en Tijuana. Documento de Trabajo #44., Fundación Friedrich Ebert Stiftung, 127 p.
- ONU, Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, Informe Brundtland, New York, 1988.
- ONU/PNUD, "Magnitud y Evolución de la pobreza en América Latina. Proyecto Regional para la Superación de la Pobreza", PNUD, publicado en Comercio Exterior, Vol. 42, no.4, México, Abril 1992, 380-392 pp.
- Pearce, David y otros., Sustainable Development. Economics and Environment in the Third World. Earthscan Paperback.

- Peterson, William., Advances in Input-Output Analysis. Technology, Planning, and Development, Oxford University Press, New York, 1991.
- Pezzey, John., Sustainable Development Concepts. An Economic Analysis, World Bank Environment Paper Number 2, World Bank, Washington DC, 1992, 271 p.
- PNUMA/CEPAL., Bibliografía sobre Medio Ambiente y Desarrollo en América Latina y el Caribe, CEPAL 142 p.
- Redclif, Michael., Sustainable Development. Exploring the Contradictions., University Paperbacks, New York 1987, 217 p.
- Repetto, R. "Economic Indicators Inaccurately Represent Costa Rica's Resources". Bioscience, Vol. 42, No. 4, p. 325. American Institute of Biological Sciences.
- Richardson, Harry W., Input-Output and Regional Economics, Centre for Research in the Social Sciences, University of Kent at Canterbury, London 1972.
- Sabatini F. y P. Vergara., 1990 "Medio Ambiente y Organización Social para un desarrollo regional Efectivo", Ambiente y Desarrollo Vol. 6, No. 2, Santiago de Chile, Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente, (CIMPA).
- Sagasti, Francisco R., "El Banco Mundial y el Ambiente", en EPA., Summary. Environmental Plan for the Mexican-US Border Area. First stage 1992- 1994., Feb. 1992
- Sánchez, Rodríguez, Roberto., El Medio Ambiente como Fuente de Conflicto en la Relación Binacional México-Estados Unidos., El Colegio de la Frontera Norte, 1a. edición, Tijuana, 1990, 134 p.
- Santes, Ricardo., Deterioro Ambiental en el Río Blanco, Tesis de Maestría, mimeo., Instituto José María Luis Mora, México, 1993.
- Schamm, Gunter. "Practical Approaches for Estimating Resource Depletion Costs" en Edward Miles, Robert Pealy y Robert Stokes ed., Natural Resources Economics and Policy Applications: Essays in Honor of James A. Crutchfield. Seattle and London: University of Washington Press, 1986.
- Environmental Management and Economic Development, Johns Hopkins, University Press, 3rd. Printing, Baltimore Maryland, 1971.
- State of California. Measuring Economic Impacts. The Application of Input-Output Analysis to California Water Resources Problems. Department of Water Resources, Bulletin #210, March 1980.

- Stokke, Olav., "Sustainable Development", en The European Journal of Development Research, Vol. 3, Num.1, June 1991, Frank Cass, London 1991,181 p.
- Sunkel, Osvaldo., Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en la América Latina. FCE, 1ra Ed. Mex. DF, 1981, 640 p.
- Trava, Román, Bernal., Manejo Ambientalmente Adecuado del Agua. La Frontera de México-Estados Unidos, 1a. Ed., COLEF, Tijuana, 1991.
- Vitucci, Jeff D., Environmental Impacts of Economic Development in Fresno County: An Input-Output Approach., Research Reports In Public Policy, num. 18, University of California Santa Bárbara, May 1978.
- World Bank. World Development Report 1992. Development and Environment. Oxford University Press, New York 1992.
- World Bank. Towards an Environmentally Sound and Sustainable Development of Water Resources in Asia and the Pacific. Water Resources Series, N. 71, New York, 1992.