

45-72

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA

APLICACION DEL ANALISIS DINAMICO

DE SISTEMAS AL ESTUDIO DEMOGRAFICO

EN EL VALLE DEL CAUCA

JULIO 1975

C V C

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS ECONOMICOS

APLICACION DEL ANALISIS DI-  
NAMICO DE SISTEMAS AL ESTUDIO DE-  
MOGRAFICO EN EL VALLE DEL CAUCA

INFORME CVC 75-17

Cali-Colombia

Julio de 1975

## INDICE

	<u>Página</u>
PROLOGO	i
I INTRODUCCION	1
El modelo mundial	1
Un modelo para el Valle del Cauca	5
Grado de confianza para el modelo aplicado al Valle	7
II EVOLUCION DE LA POBLACION DEL VALLE ENTRE 1912 y 1973	8
1. Crecimiento de la población.	8
1.1. Natalidad	9
1.2. Mortalidad	12
1.3. Inmigración	14
1.4. Emigración	14
1.5. Migración neta	17
2. Crecimiento de la población por edades y sexos	22
3. Urbanización	26
III METODOLOGIA DE SIMULACION PARA LA POBLACION DE COLOMBIA Y EL VALLE DEL CAUCA	30
IV MODELO DE POBLACION PARA COLOMBIA Y EL VALLE DEL CAUCA	41
Modelo gráfico	42
Ecuaciones	43
V RESULTADOS	50
VI FUTURAS INVESTIGACIONES	51

## LISTA DE TABLAS

	<u>Página</u>
Tabla 1 Población del Valle en los años censales	10
Tabla 2 Población del Valle y Colombia en los años censales y porcentaje de la población de Colombia que reside en el Valle	11
Tabla 3 Tasas de natalidad en Colombia en diferentes períodos	13
Tabla 4 Tasas de mortalidad en Colombia en diferentes períodos	13
Tabla 5 Población no nacida en el Valle del Cauca que reside en el Departamento en los años censales 1951 y 1964	15
Tabla 6 Población nacida en el Valle que reside en otros Departamentos en los años censales 1951 y 1964	15
Tabla 7 Población nacida en el Valle que reside en otras regiones del país en 1951 y 1964	18
Tabla 8 Población residente en el Valle nacida en otras regiones del país en 1951 y 1964	19
Tabla 9 Composición porcentual de la población nacida en el Valle que reside en otras regiones del país en 1951 y 1964	20
Tabla 10 Composición porcentual de la población residente en el Valle nacida en otras regiones del país en 1951 y 1964	21
Tabla 11 Composición de la población por edades y sexos en el Valle en los años censales 1938, 1951 y 1964	23

Tabla 12	Composición porcentual de la población por edades y sexos en los años censales 1938, 1951 y 1964	24
Tabla 13	Distribución de la población del Valle según áreas urbanas y rurales en los años censales 1938, 1951, 1964 y 1973	27
Tabla 14	Distribución porcentual de la población del Valle en áreas urbanas y rurales en los años censales 1938, 1951, 1964 y 1973.	27
Tabla 15	Tasas geométricas de crecimiento de la población urbana y rural del Valle en diferentes períodos intercensales	29
Tabla 16	Porcentaje de población colombiana que reside en áreas urbanas en los años 1938, 1951 y 1964	29
Tabla 17	Valle del Cauca: Resultados de la simulación de las variables demográficas de mayor importancia en años seleccionados	52

## LISTA DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura 1. Inmigrantes, emigrantes y migrantes netos al Valle del Cauca según los censos de 1951 y 1964 y proyección hasta 1980	16
Figura 2. Composición porcentual de la población del Valle del Cauca por edad y sexo en los años censales de 1938, 1951 y 1964	25
Figura 3. Submodelo de simulación de inmigrantes y emigrantes para el Valle del Cauca	36
Figura 4. Modelo de simulación de población para Colombia y el Valle del Cauca	44
Figura 5. Submodelo de simulación de inmigrantes y emigrantes para el Valle del Cauca	45

## PROLOGO

El estudio que a continuación se presenta es una parte de un programa más ambicioso que contempla el análisis de cinco variables y sus interrelaciones a saber: población, producción de alimentos, producción industrial, contaminación y recursos no renovables siguiendo los lineamientos del Grupo de Investigadores del Club de Roma quienes publicaron Los Límites Al Crecimiento.

El modelo demográfico para el Valle del Cauca fue realizado por el Economista Carlos Roa M. del Departamento de Estudios Económicos de la CVC. Como sucede con cualquier modelo éste está sujeto a modificaciones para hacerlo cada vez más ajustado a la realidad.

## I INTRODUCCION

El impacto que produjo en el mundo la publicación del estudio, "Los Límites Al Crecimiento" por Dennis L. Meadows, et al., hizo pensar a los directivos de la CVC la conveniencia de efectuar un análisis de este tipo ya que en los objetivos de la CVC se señala el impulsar el desarrollo económico y social de la región de su jurisdicción. Por razones que se expondrán posteriormente el Departamento de Estudios Económicos de la CVC realizó el estudio correspondiente al sector demográfico.

### El Modelo Mundial.

El estudio "Los Límites Al Crecimiento" efectuado por un grupo de investigadores del MIT y bajo los auspicios del Club de Roma, discute una problemática muy amplia y a largo plazo que deberá enfrentar la humanidad en torno al comportamiento de cinco variables consideradas cruciales y sus interrelaciones así: población, producción de alimentos, producción industrial, recursos no renovables y contaminación. La conclusión específica del estudio es la existencia de límites físicos al crecimiento continuado de la población y economía mundiales.

Las principales virtudes del estudio en referencia se pueden sintetizar en dos. La primera es la de plantear y discutir a nivel mundial los problemas a los cuales se debe enfrentar la humanidad si las cosas siguen ocurriendo de la misma manera como han ocurrido en el pasado y más concretamente en los dos últimos siglos, esto es, si los recursos de la tierra son limitados, si la población continúa creciendo a una tasa exponencial y si la filosofía de la humanidad es consumir sumas crecientes de bienes materiales superiores a sus necesidades lo cual demanda una explotación excesiva de los recursos naturales y deteriora el medio ambiente, es obvio que se van a presentar los límites de que habla el estudio y tal vez la pregunta pertinente sea cuándo se van a presentar esos límites. La respuesta depende de cuáles problemas la humanidad puede resolver o sea de si es posible purificar el medio ambiente y obtener nuevos recursos para sustituir los que se estén volviendo escasos. Los anteriores interrogantes dependen del desarrollo de una nueva tecnología. Pero aún así cabe imaginar un límite físico impuesto por la congestión humana.

Una segunda virtud es la de considerar la interdependencia que existe entre el hombre y su medio ambiente y más con-

cretamente entre los fenómenos económicos y el medio ambiente, aun cuando olvida, tal vez, por dificultades insalvables en la construcción de modelos matemáticos donde es preciso cuantificar, la interdependencia del hombre con el medio social, político, e institucional en donde actúa. Vale la pena señalar que recientemente los economistas en sus escritos destacan como costo social de la producción material el deterioro del medio ambiente y por consiguiente de la calidad de la vida.

A pesar de las dos virtudes, ya destacadas, este estudio ha sido muy criticado. Entre los principales defectos que se le atribuyen se destacan:

1. Como se anotó al hablar de la segunda virtud el modelo ignora el medio social, político e institucional en donde actúa la humanidad, en otras palabras, considera una situación estática y por lo tanto elimina cualquier cambio que pueda ocurrir en estos campos.
2. El proyectar hacia el futuro con base en un modelo que describe la estructura del sistema en el presente, excluye los cambios que pueden ocurrir dentro de la estructura misma del sistema.

3. El cambio tecnológico no está incluido de una manera explícita en el modelo. Probablemente no lo está por la dificultad de cuantificarlo puesto que éste incluye adelantos no sólo en los procesos productivos sino también adelantos en la calidad de las materias primas y un mejor desarrollo de los recursos humanos.
4. Al proyectar con base en promedios mundiales se está haciendo el supuesto de que el mundo es homogéneo en dotación de recursos, en sistemas económicos, en población, etc., cuando la realidad es la gran disparidad entre naciones, destacándose el abismo que existe entre las naciones desarrolladas y los países pertenecientes al tercer mundo.

Los datos que más han estado sujetos a la crítica son los de contaminación y reservas de recursos naturales. Los primeros porque la contaminación ha sido poco estudiada por los expertos y apenas ahora se está iniciando el estudio de los efectos que puede tener en el organismo humano y el medio ambiente. Además, es desconocido el nivel total de contaminación en el planeta. Las cifras referentes a reservas de recursos naturales

en el planeta son estimaciones basadas en el nivel tecnológico de hoy en día. Pero lo que hoy es un recurso puede no serlo en el futuro puesto que la consideración de si algo es un recurso es un problema económico que depende de precios relativos y a medida que sus precios relativos suban puede contemplarse la posibilidad de sustitución por recursos renovables.

#### Un Modelo para el Valle del Cauca

Una vez descrito a grandes rasgos el estudio "Los Límites al Crecimiento" con sus aciertos y desaciertos, es preciso examinar qué implicaciones puede tener para una región o un país y en especial para Colombia y el Valle del Cauca. Las conclusiones del estudio, aunque pudieran considerarse válidas para todo el mundo, no se aplican a una región o país en particular debido a la heterogeneidad de los países y regiones. Si se quiere examinar una región con la metodología seguida por el modelo mundial es necesario desagregar tal modelo y adaptarlo a las condiciones específicas de la región.

Esto es lo que ha intentado llevar a cabo el Departamento de

Estudios Económicos de la CVC para estudiar el sector de población de Colombia y el Valle del Cauca.

La investigación a nivel departamental tropezó con mayores dificultades que la correspondiente al nivel nacional, porque para el Valle es necesario tratar con el flujo de población que llega de otros departamentos y del exterior y sale hacia otros departamentos y el exterior. Esta información no se registra a nivel departamental y es necesario hacer estimaciones sobre el flujo de inmigración y emigración. Las estimaciones de inmigrantes y emigrantes se hicieron con base en datos de los censos de población de 1951 y 1964.

Puesto que este mismo inconveniente se tendría para tratar con exportaciones e importaciones de alimentos, productos industriales y recursos no renovables que no se registran y ni siquiera se tienen censos de estos y además los datos sobre producción de estos bienes es muy imprecisa a nivel departamental se postergó la idea de considerar un modelo similar al mundial y solo se estudió población.

### Grado de Confianza para el Modelo Aplicado al Valle.

La validez de cualquier modelo debe juzgarse en términos de los objetivos para los cuales ha sido formulado. En otras palabras no es posible considerar la validez como un concepto abstracto desligado de los propósitos del modelo.

Los objetivos del modelo en el Valle del Cauca son múltiples pero se destacaron dos específicos. Uno de ellos es el análisis de las interrelaciones de las variables que componen el sistema bajo estudio y su fin es ayudar a las personas encargadas de la formulación de políticas a escoger entre diferentes alternativas para de la mejor manera posible mejorar las condiciones de vida de nuestros habitantes. Pero las diferentes alternativas que se consideren y decisiones que se tomen tienen un gran componente de subjetividad por lo cual no puede darse una prueba numérica u objetiva de la validez del modelo.

Un segundo objetivo podría ser proyectar la población pero dado el estado actual del conocimiento no se esperan en el futuro próximos desarrollos espectaculares en la formulación de modelos matemáticos que sean capaces de estudiar y predecir futu-

ros estados de sistemas sociales que se caracterizan por su complejidad. En otras palabras, la confiabilidad de las predicciones no es medible ni siquiera en términos de probabilidad.

## II EVOLUCION DE LA POBLACION DEL VALLE ENTRE 1912 Y 1973.

Los rasgos más sobresalientes de la evolución de la población del Valle entre los censos de 1912 y 1973 son: disminución de la tasa de mortalidad, movimientos oscilatorios en la tasa de natalidad aún cuando muy leves y en los últimos años descenso de esta tasa, creciente número de inmigrantes en especial de los departamentos vecinos y en los últimos años una gran cantidad de emigrantes hacia los centros industriales localizados especialmente en el Departamento de Antioquia y la ciudad de Bogotá.

### 1. Crecimiento de la Población.

La población del Valle del Cauca se caracteriza por la velocidad de su crecimiento que fue muy acelerada hasta

el año de 1951 año después del cual ha empezado a decrecer como lo indican los datos de la Tabla 1.

Las altas tasas de crecimiento que caracterizan el Departamento del Valle en comparación con Colombia hasta el año de 1973 se deben al alto porcentaje de migrantes netos que llegan cada año como puede deducirse de la columna correspondiente al porcentaje de población colombiana residente en el Valle de la Tabla 2.

El porcentaje de población colombiana que reside en el Valle del Cauca ha ido aumentando a través de los años lo cual revela que si las tasas de natalidad y mortalidad son más o menos iguales en el Valle y Colombia este crecimiento porcentual se debe a fuertes corrientes de inmigrantes que sobrepasan a la de emigrantes.

#### 1.1. Natalidad.

No existen datos confiables sobre natalidad en el Valle del Cauca ni en Colombia pero es posible suponer que hasta mediados de este siglo las tasas de natalidad de

TABLA 1.Población del Valle en los años censales 1/.

<u>Años</u>	<u>Número de habitantes</u>	<u>Tasa geométrica de crecimiento</u>
1912	217.159	-
1918	271.633	3.72
1938	613.230	4.07
1951	1.106.927	4.54
1964	1.733.053	3.45
1973	2.204.722	2.68

1/ No se tomó en cuenta el censo de 1928 debido a las fallas que le anotaron los demógrafos colombianos razón por la cual no fue aprobado por el Congreso de la República. Las cifras del censo de 1973 también parecen muy bajas como lo revela la tasa geométrica de crecimiento en el período 1964-1973. Las cifras de este último censo todavía no han sido aprobadas por el Congreso de la República.

FUENTE: Censos de Población.

TABLA 2.

Población del Valle y Colombia en los años censales y porcentaje de la población de Colombia que reside en el Valle.

Año	Población del Valle	Población de Colombia	Porcentaje de población colombiana que reside en el Valle
1912	217.159	5.072.604	4.28
1918	271.633	5.855.777	4.64
1938	613.230	8.701.816	7.05
1951	1.106.927	11.548.172	9.59
1964	1.733.053	17.484.508	9.91
1973	2.204.722	21.069.115	10.46

FUENTE: Censos de Población.

de Colombia y el Valle no difieren en mucho pero a partir de mediados del siglo las tasas pueden diferir algo debido al alto grado de urbanización en el Valle en comparación con Colombia como se discutirá posteriormente. 1/

El grado de urbanización tiene efectos sobre la tasa de natalidad observándose en el mundo una correlación negativa entre ambas variables o, en otras palabras, a mayor porcentaje de población urbana menor tasa de natalidad.

Las tasas de natalidad estimadas para Colombia en distintos períodos de tiempo se dan en la Tabla 3.

### 1.2. Mortalidad.

Altas tasas de mortalidad caracterizaron a Colombia y el Valle a principios del siglo. Aún cuando no hay datos confiables para este período dicha tasa probablemente fue de más del 30 por mil. A principios del siglo países como México sobrepasaron el 30 por mil y presu-

---

1/ Ver Tablas 14 y 16

TABLA 3

Tasas de natalidad en Colombia en diferentes períodos.

<u>Período</u>	<u>Número de nacimientos por mil habitantes</u>
1900 - 1904	43.0
1905 - 1909	44.0
1910 - 1914	44.0
1915 - 1919	44.1
1920 - 1924	44.6
1925 - 1929	44.9
1941 - 1946	44.0
1945 - 1950	44.0 - 47.0
1955 - 1960	43.0 - 46.0

ENTE : Citado en El Dilema de la Población en América Latina  
 "La Población en América Latina en el Siglo XX" por  
 Carmen A. Miró, editado por la Universidad del Valle,  
 Cali, Colombia 1968.

TABLA 4

Tasa de mortalidad en Colombia en diferentes períodos.

<u>Período</u>	<u>Número de muertes por mil habitantes</u>
1945 - 50	17 - 21
1955 - 60	14 - 17

ENTE: Citado en El Dilema de la Población en América Latina.  
 "La Población de América Latina en el Siglo XX" por  
 Carmen A. Miró, editado por la Universidad del Valle,  
 Cali, Colombia 1968

miblemente la situación en Colombia y el Valle no era muy diferente. Se señalan dos períodos para la tasa de mortalidad en Colombia indicados en la Tabla 4 y ya en estos períodos se inició la revolución en tecnología médica con los decrecimientos espectaculares en la tasa de mortalidad especialmente en la infantil.

### 1.3. Inmigración.

No fue posible conseguir datos de inmigración para el Valle. Solo se obtuvieron estimaciones con base en los censos de los años 1951 y 1964 que vienen tabulados de acuerdo a la procedencia de cada habitante y se muestran en la Tabla 5 y la tasa geométrica de crecimiento se muestra en la Tabla 5 y en la figura 1.

### 1.4. Emigración.

Como en el caso de la emigración no se consiguieron datos confiables para el Valle y se trató de estimarla con base en los censos de 1951 y 1964. Estos datos se presentan en la Tabla 6 y en la Figura 1.

TABLA 5

Población no nacida en el Valle del Cauca que reside en el Departamento en los años censales 1951 y 1964.

<u>Años</u>	<u>Residentes del Valle no nativos</u>	<u>Tasa geométrica de crecimiento</u>
1951	414.980	-
1964	579.227	2.56

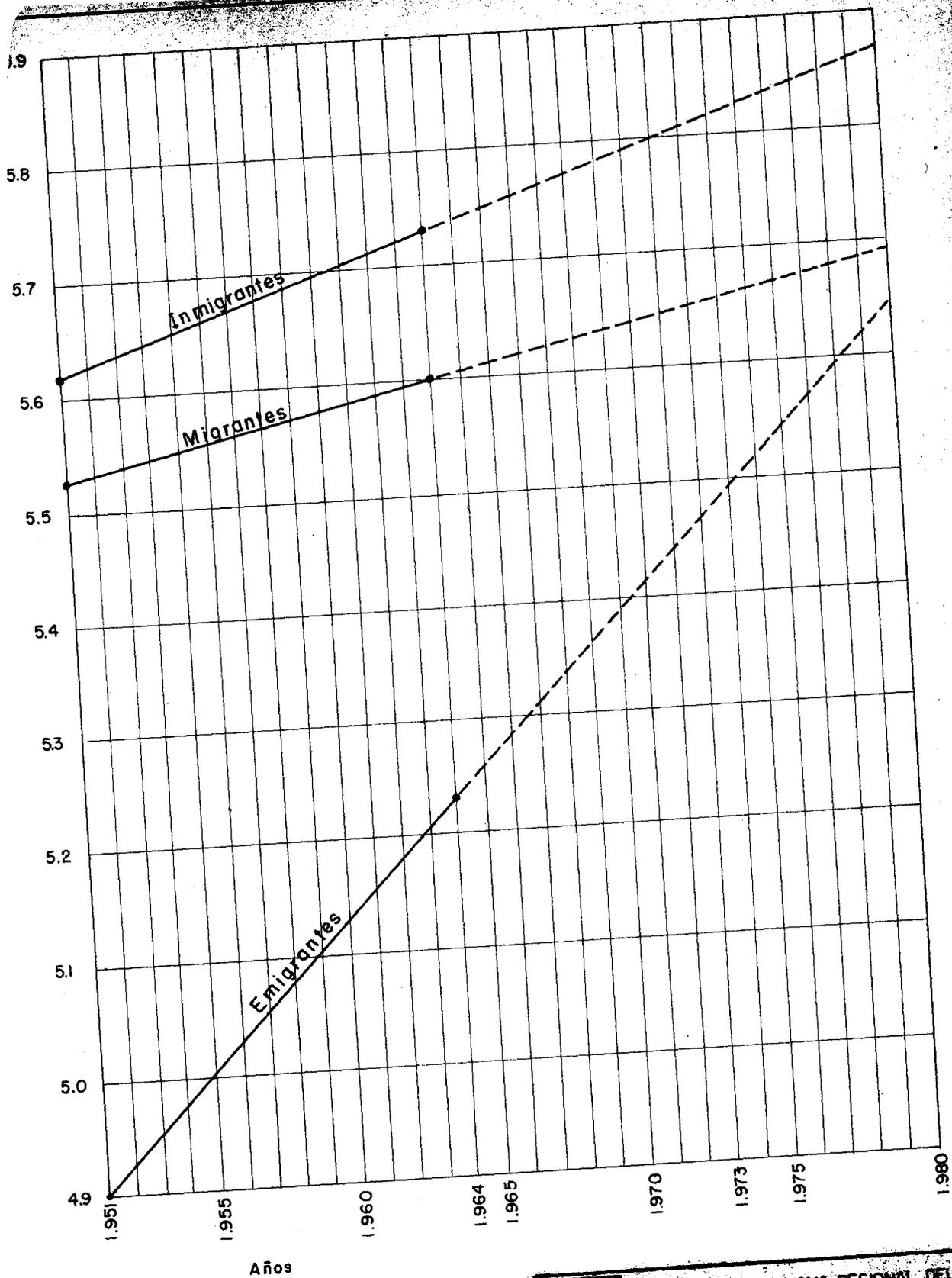
FUENTE: Censos de Población.

TABLA 6

Población nacida en el Valle que reside en otros departamentos en los años censales 1951 y 1964

<u>Años</u>	<u>Nativos del Valle residentes en otras áreas del país</u>	<u>Tasa geométrica de crecimiento</u>
1951	80.190	-
1964	187.167	6.52

FUENTE: Censos de Población.



**CVC** CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA  
 ESTUDIOS ECONOMICOS

**INMIGRANTES, EMIGRANTES Y MIGRANTES NETOS AL VALLE DEL CAUCA SEGUN LOS CENSOS DE 1951 Y 1964 Y PROYECCION HASTA 1980**

FECHA Julio/75	PRESENTADO:	APROB	APROB. CVC	FIG. 1
-------------------	-------------	-------	------------	--------

### 1.5. Migración neta.

A pesar de ser positiva hasta el año de 1964 según se deduce de los datos de la Tabla 2 y por las razones anotadas anteriormente parece que en un futuro cercano va a seguir siendo positiva pero a tasas decrecientes como se anota en la figura 1.

### 1.6. Origen de los inmigrantes y destino de los emigrantes.

Es importante considerar el origen de las personas residentes en el Valle que no nacieron en este Departamento así como también interesa los lugares hacia los cuales se dirigen los nacidos en el Valle y que residen en otro Departamento.

Con los datos de las Tablas 7 y 9 se observa que la mayoría de los emigrantes del Valle van a los Departamentos vecinos Caldas y Cauca pero en términos relativos el porcentaje ha disminuído de 65.94% en 1951 a 49.75% en 1964, mientras que el porcentaje de los emigrantes a Antioquia a Cundinamarca, -incluído Bogotá-, y a otras regiones ha aumentado.

TABLA 7

Población nacida en el Valle que reside en otras regiones del país en 1951 y 1964

	1951	1964
	<u>Número de habitantes</u>	
Caldas - Cauca	52.876	93.120
Antioquia	5.716	17.816
Cundinamarca <u>1/</u>	9.084	32.889
Otras regiones	12.514	43.342
Total	80.190	187.167

1/ Incluida Bogotá D. E.

FUENTE: Censos de Población.

TABLA 8

Población residente en el Valle nacida en otras regiones del país en 1951 y 1964

	1951	1964
	<u>Número de habitantes</u>	
Caldas - Cauca	215.788	292.310
Antioquia	65.710	73.411
Cundinamarca <u>1/</u>	22.402	33.263
Otras regiones	111.080	180.243
Total	414.980	579.227

1/ Incluida Bogotá D. E.

FUENTE: Censos de Población.

TABLA 9

Composición porcentual de la población nacida en el Valle que reside en otras regiones del país en 1951 y 1964

	1951	1964
	Porcentajes de población	
	<hr/>	
Caldas - Cauca	65.94	49.75
Antioquia	7.13	9.52
Cundinamarca <u>1/</u>	11.33	17.57
Otras regiones	15.60	23.16
Total	100.00	100.00

1/, Incluida Bogotá D.E.

FUENTE: Tabla 7.

TABLA 10

Composición porcentual de la población residente en el Valle nacida en otras regiones del país en 1951 y 1964

	1951	1964
	<u>Porcentaje de población</u>	
Caldas - Cauca	52.00	50.47
Antioquia	15.83	12.67
Cundinamarca <u>1/</u>	5.40	5.74
Otras regiones	26.77	31.12
Total	100.00	100.00

1/ Incluida Bogotá D. E.

FUENTE: Tabla 8

## 2. Composición de la Población por Edades y Sexos.

Este aparte se basa en los datos de los censos de población del Valle de los años 1938, 1951 y 1964 que están discriminados por edad y sexo. En especial es importante notar para este estudio el porcentaje de mujeres en edad de concebir que se toma desde los 15 hasta los 45 años. Estos datos se presentan en la Tabla 11 y en forma porcentual en la Tabla 12.

Para facilitar la comparación de la evolución de la composición de la población del Valle por edad y sexo se presentan tres pirámides de población para los años censales referidos en la Figura 2.

En la Tabla 12 se puede apreciar que el porcentaje de población de menos de 15 años ha aumentado y en especial el grupo de mujeres quienes serán las que determinarán en el futuro las tasas de natalidad. El porcentaje de mujeres en edad de concebir ha permanecido aproximadamente constante alrededor del 22%.

TABLA 11

Composición de la población por edades y sexos en el Valle  
en los años censales 1938, 1951 y 1964

	1938	1951	1964
	<u>Número de habitantes</u>		
<u>Hombres y Mujeres</u>			
Menores de 15 años	246.651	441.492	770.206
De 15 a 45 años	286.263	522.716	738.352
De 45 y más	80.316	142.719	224.495
Total	613.230	1.106.927	1.733.053
 <u>Hombres</u>			
Menores de 15 años	124.811	224.811	387.325
De 15 a 45 años	149.741	271.364	356.095
De 45 y más	41.275	75.725	112.830
Total	315.827	571.795	856.250
 <u>Mujeres</u>			
Menores de 15 años	121.840	216.786	382.881
De 15 a 45 años	136.522	251.352	382.257
De 45 y más	39.041	66.994	111.665
Total	297.403	535.132	876.803

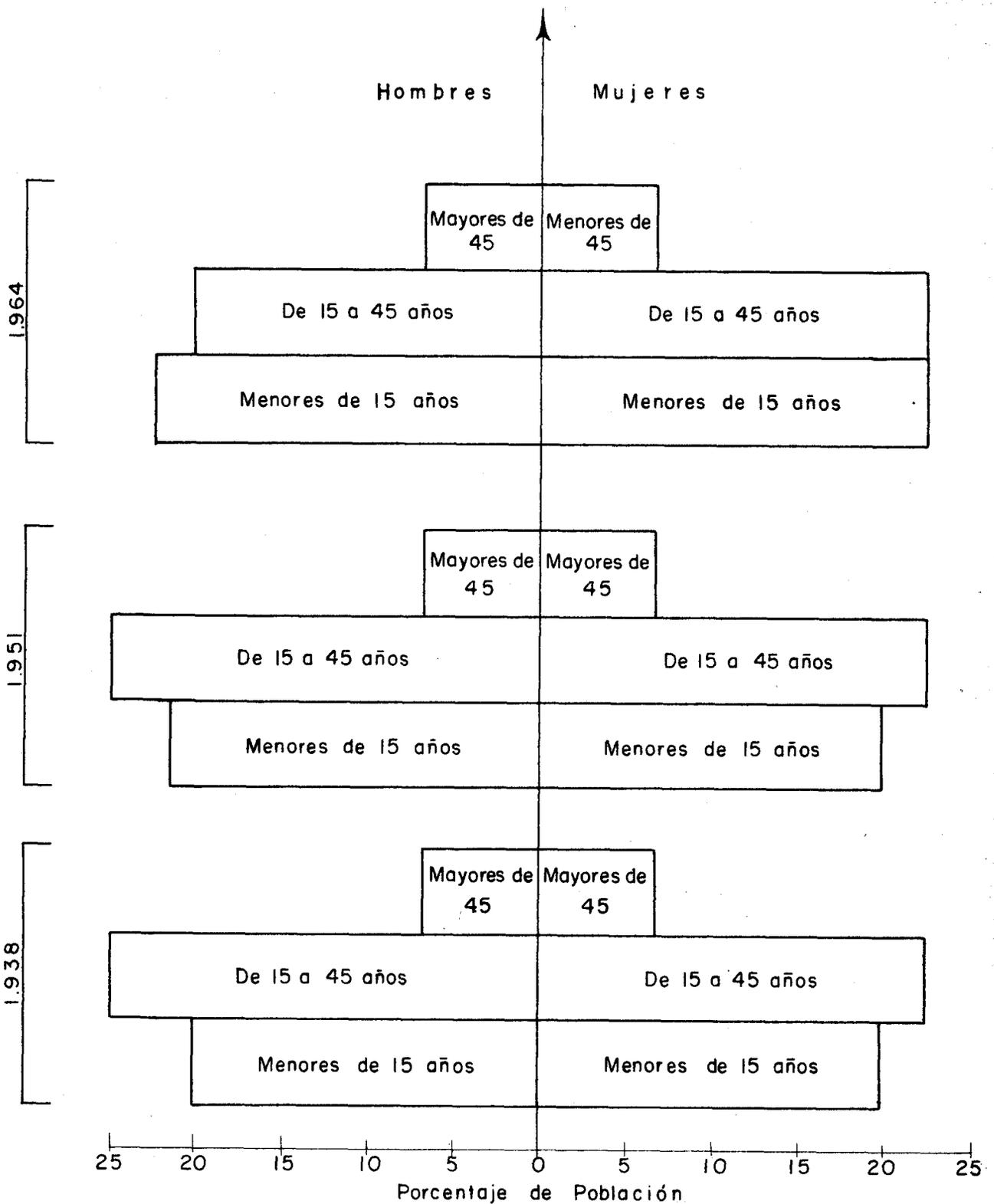
FUENTE: Censos de Población.

TABLA 12

Comparación porcentual de la población por edades y sexos en el Valle en los años censales 1938, 1951 y 1964

	1938	1951	1964
	<u>Porcentaje sobre el total de población</u>		
<u>Hombres y Mujeres</u>			
Menores de 15 años	40.22	39.88	44.44
De 15 a 45 años	46.68	47.23	42.61
De 45 y más	13.10	12.89	12.95
Total	100.00	100.00	100.00
<u>Hombres</u>			
Menores de 15 años	20.35	20.30	22.35
De 15 a 45 años	24.42	24.52	20.55
De 45 y más	6.73	6.84	6.51
Total	51.50	51.66	49.41
<u>Mujeres</u>			
Menores de 15 años	19.87	19.58	22.09
De 15 a 45 años	22.26	22.71	22.06
De 45 y más	6.37	6.05	6.44
Total	48.50	48.34	50.59

FUENTE: Tabla 11



**CVC** CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA  
ESTUDIOS ECONOMICOS  
COMPOSICION PORCENTUAL DE LA POBLACION DEL VALLE DEL CAUCA POR EDAD Y SEXO EN LOS AÑOS CENSALES DE 1938, 1951 Y 1964.

FECHA Julio/75	PRESENTADO:	APROB.	APROB. CVC	FIG. 2
-------------------	-------------	--------	------------	--------

Con estos datos es posible predecir una alta tasa de natalidad para el futuro cercano a no ser que se le opongan medidas de control de natalidad.

### 3. Urbanización.

Uno de los determinantes de las tasas de natalidad y mortalidad es el grado de urbanización pues es un hecho conocido que en la ciudad existen tasas menores de natalidad que en el campo pues la actitud de las gentes urbanas hacia el número de hijos es negativa lo que contrasta con la posición de los habitantes rurales que es positiva. Pero la tasa de mortalidad es menor en la ciudad que en el campo debido a la asistencia médica que aunque deficiente en la ciudad lo es en mayor grado en el campo. La distribución de la población del Valle según área urbana y rural se presenta en las Tablas 13 y 14.

En especial en la Tabla 14 puede notarse que el porcentaje de habitantes urbanos está en continuo crecimiento a expensas de los habitantes del campo y esta distribución

TABLA 13

Distribución de la población del Valle según áreas urbanas y rurales en los años censales 1938, 1951, 1964 y 1973

	1938	1951	1964	1973
	<u>Número de habitantes</u>			
Urbanos	251.025	550.558	1.219.837	1.703.626
Rurales	362.205	556.369	513.216	501.096
Total	613.230	1.106.927	1.733.053	2.204.722

FUENTE: Censo de Población

TABLA 14

Distribución porcentual de la población del Valle en áreas urbanas y rurales en los años censales 1938, 1951, 1964 y 1973

	1938	1951	1964	1973
	<u>Porcentaje de población</u>			
Urbanos	40.93	49.74	70.39	77.27
Rurales	59.07	50.26	29.61	22.73
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

FUENTE: Tabla 13

determinará en parte, como se dijo anteriormente, las tasas de natalidad y mortalidad.

Una manera alternativa de considerar el grado de urbanización que ha ocurrido en el Valle es el estudio de las tasas geométricas de crecimiento que se presentan en la Tabla 15.

En la Tabla 15 se puede observar un ligero aumento en la tasa de crecimiento urbano en el período 1951 a 1964 comparado con el período 1938-1951 y luego una disminución bien pronunciada en 1964-1973 1/ . En cuanto a la tasa geométrica de crecimiento rural se observa que desde 1951 es negativa indicando un decrecimiento de la población rural.

---

1/ Es necesario recordar aquí que las cifras correspondientes al censo de población de 1973 no son todavía oficiales.

TABLA 15

Tasas geométricas de crecimiento de la población urbana y rural del Valle en diferentes períodos intercensales.

<u>Período</u>	<u>Tasa geométrica de crecimiento urbano</u>	<u>Tasa geométrica de crecimiento rural</u>
1938 - 1951	6.04	3.35
1951 - 1964	6.12	- 0.62
1964 - 1973	3.71	- 0.27

FUENTE : Tabla 13.

TABLA 16

Porcentaje de población colombiana que reside en áreas urbanas en los años 1938, 1951 y 1964

<u>Años</u>	<u>Porcentaje de población urbana</u>
1938	30.94
1951	38.69
1964	52.01

FUENTE : Censos de Población

Para poder comparar el grado de urbanización del Valle con el de Colombia se incluyen en la Tabla 16 los porcentajes de la población colombiana que reside en áreas urbanas en los años 1938, 1951 y 1964. <sup>1/</sup>

Del análisis de las Tablas 14 y 16 se desprende que el grado de urbanización en el Valle ha sido en los años censales considerados mucho mayor que el de Colombia y como se discutió anteriormente la urbanización afecta las variables demográficas natalidad y mortalidad.

### III METODOLOGIA DE SIMULACION PARA LA POBLACION DE COLOMBIA Y EL VALLE DEL CAUCA.

La metodología escogida para estudiar el comportamiento de la población en Colombia y en el Valle del Cauca es el análisis dinámico de sistemas tal como fue desarrollado por el

---

<sup>1/</sup> No se incluyen las cifras del censo de 1973 por no estar completa la publicación.

profesor Jay W., Forrester 1/ y aplicado al comportamiento del modelo mundial por miembros del System Dynamics Group en el M.I.T 2/.

Por sistema se entiende la totalidad de elementos que operan conjuntamente para cumplir un objetivo. El análisis dinámico estudia el comportamiento del sistema en el transcurso del tiempo.

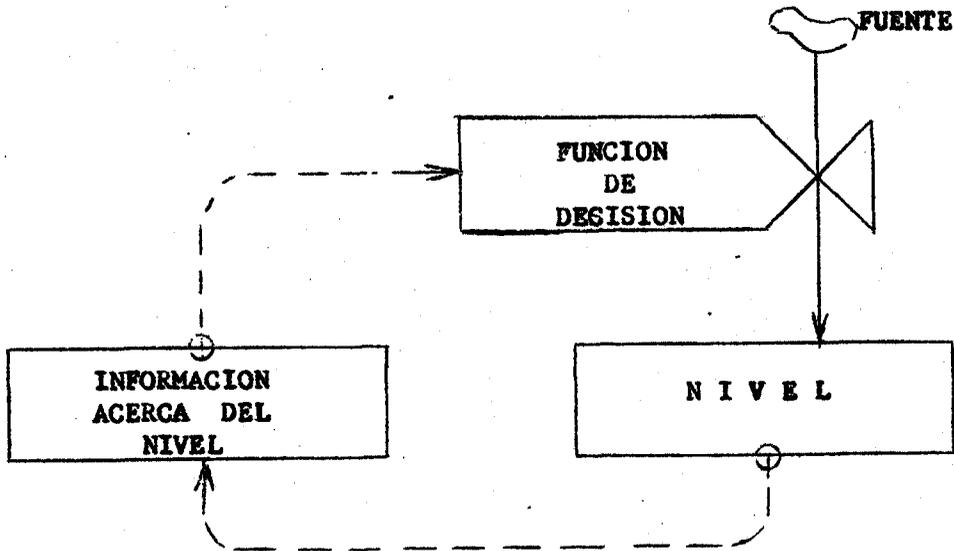
El concepto más importante para establecer la estructura de un sistema, o sea como se interrelacionan las partes, es la noción de que todas las acciones tienen lugar en anillos de retroalimentación. El anillo de retroalimentación es la secuencia que conecta una acción a su efecto y actúa sobre el medio ambiente el cual modificado por la acción influye en

---

1/ Forrester, Jay W., Principles of Systems, Cambridge, Massachusetts: Wright-Allen Press, Inc., 1968.  
Forrester, Jay W., Industrial Dynamics, Massachusetts: The M.I.T. Press, 1961.

2/ Forrester, Jay W., World Dynamics, Cambridge, Massachusetts: Wright-Allen Press, Inc. 1971.  
Meadows Dennis L., et al, The Dynamics of Growth In a Finite World, publicación en xerox, 1973.

las futuras acciones del sistema. Esta descripción puede representarse esquemáticamente en un diagrama así:



En el diagrama anterior tenemos una decisión que controla la acción del sistema. El término decisión se usa en un sentido amplio y puede ser una decisión humana deliberada o inconsciente o consecuencias de la naturaleza física, química, social, etc., del sistema. La acción actúa sobre el nivel, o sea el estado o condición del sistema, modificándolo y éste a su vez genera información acerca de él siendo esta información la base para la decisión que controlará la futura acción.

La información puede tener rezagos, puede ser errada, o puede ser parcial en cuyos casos el nivel del sistema y la información acerca de él serán diferentes. Además puesto que el nivel causa información y ésta es la base para una decisión se puede interpretar al canal de información como una relación de dependencia causal.

En el análisis dinámico de sistemas intervienen dos tipos de variables: los niveles y las tasas. Los niveles, representados por rectángulos en el diagrama anterior, son las acumulaciones que lo caracterizan en cualquier instante de tiempo. La conducta de este tipo de modelos depende de la variación de los niveles a través del tiempo. Las tasas, representadas por válvulas en el diagrama, son las variaciones por unidad de tiempo de los niveles del sistema y controlan los flujos de entrada y salida de los niveles. Estas nos dicen qué tan rápido cambian los niveles del sistema.

Las tasas que actúan sobre un nivel para modificarlo resumen muchos factores físicos, biológicos, económicos, sociales, etc., y por esta razón las expresiones algebraicas que las cuantifican son generalmente muy complejas. Además, muy

frecuentemente, uno o más componentes de las tasas son importantes en sí mismos, y por claridad del modelo a estos componentes se los designa variables auxiliares y diagramáticamente se representan por medio de círculos 1/.

Frecuentemente una tasa debe controlarse y su fuente o destino no tiene importancia dinámica y se considera que no afecta la conducta del modelo. Estas fuentes o destinos se representan por nubes.

Además de estos tipos de variables tenemos dos tipos de flujo de elementos y de información o dependencia causal. El flujo de elementos muestra la acción del sistema y en el diagrama se representa por medio de líneas sólidas. El de información o dependencia causal se representa por líneas punteadas. Para indicar de donde se desprende la información o dependencia causal se usa un pequeño círculo que puede desprenderse de los niveles o las tasas o las variables auxiliares.

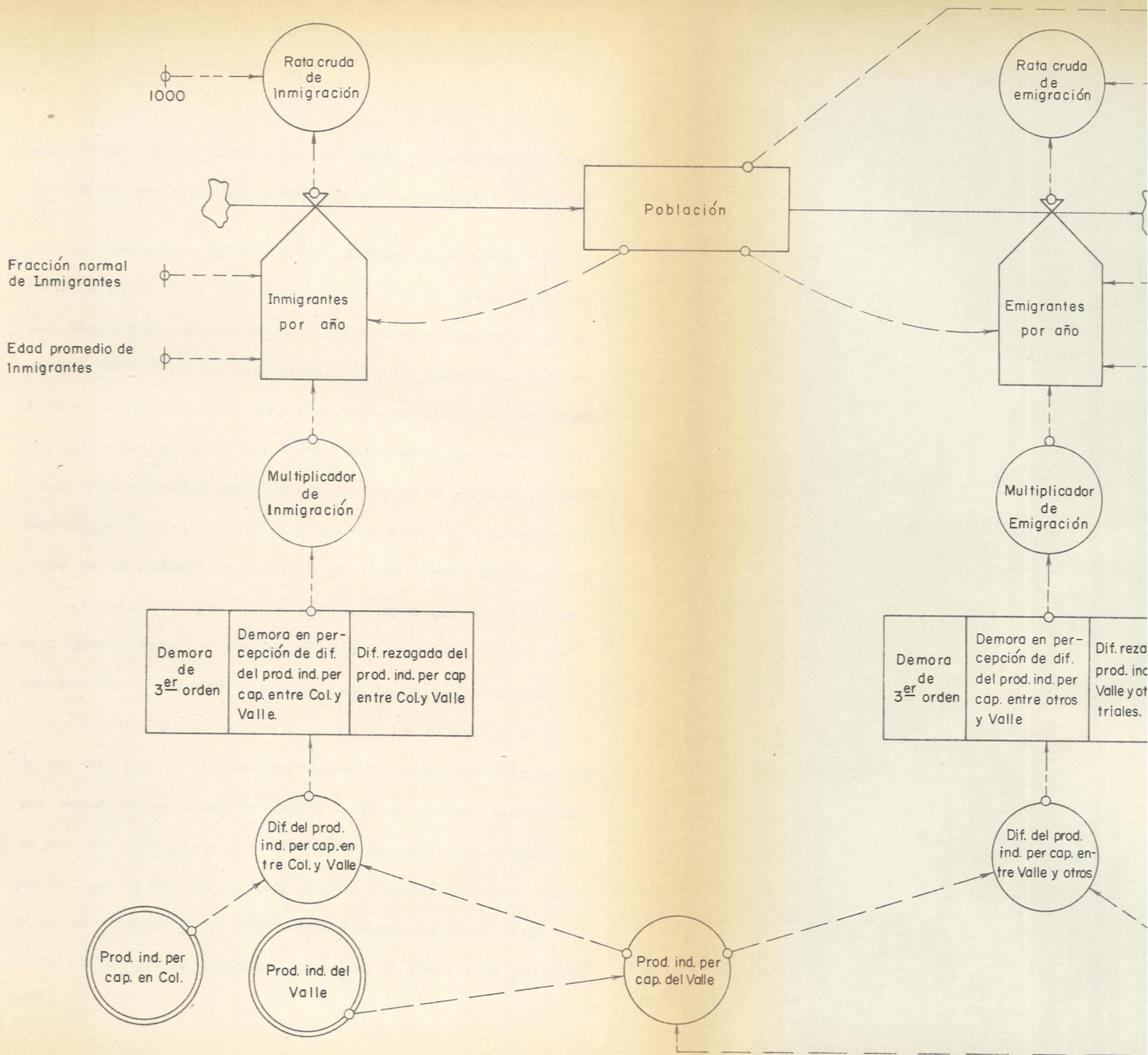
---

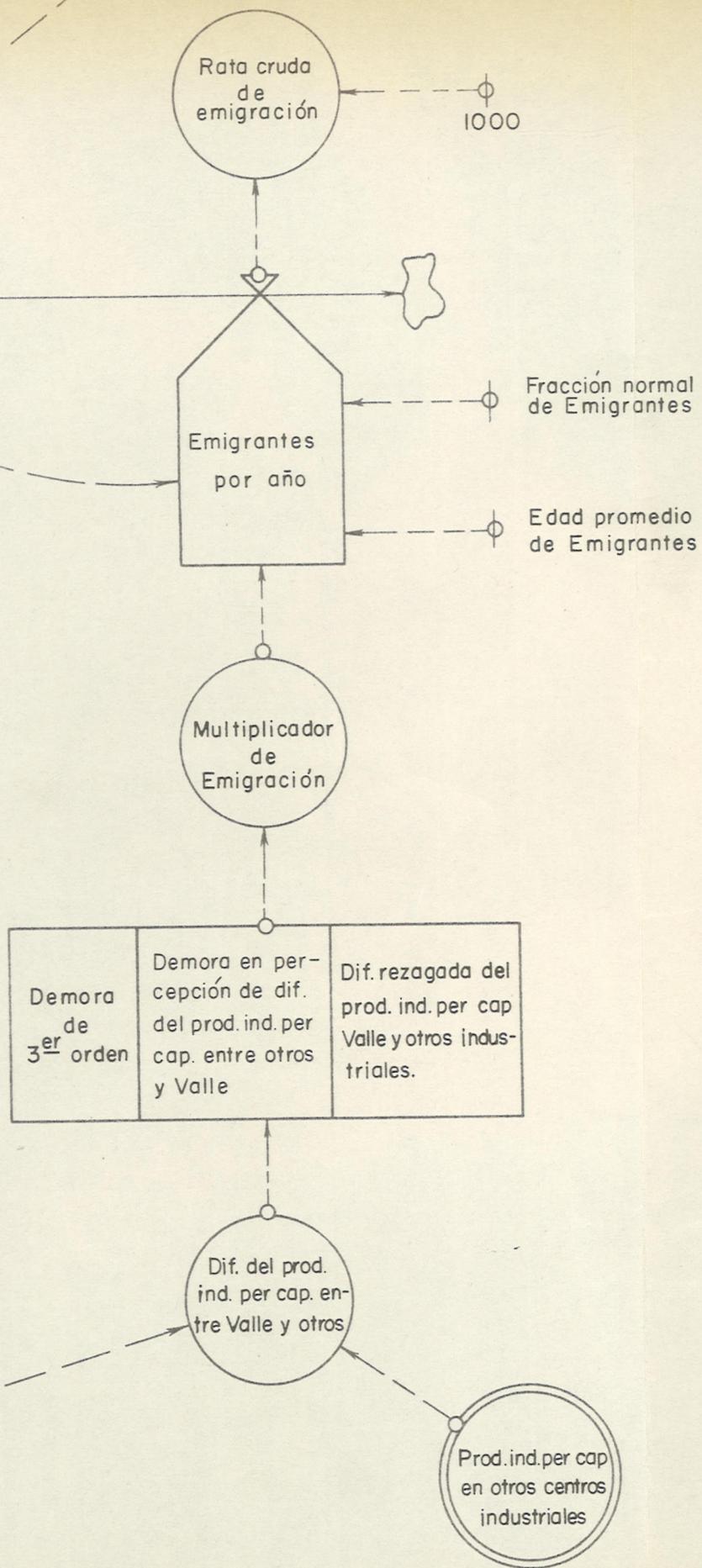
1/ En un diagrama posterior se utilizará varias veces el círculo para esquematisar variables auxiliares.

Para completar la descripción de los símbolos usados para representar gráficamente el análisis dinámico de sistemas se presenta un diagrama de la parte del modelo de población correspondiente al flujo de inmigración y emigración hacia y desde el Valle del Cauca.

Para explicar el significado de este modelo es necesario considerar primero los símbolos no utilizados en el diagrama anterior. El rectángulo dividido en tres secciones simboliza un rezago exponencial que en este caso es de tercer orden y se utiliza para indicar que una variable actúa sobre otra después de que han transcurrido ciertos períodos de tiempo. El doble círculo indica que una variable es exógena al modelo que se está considerando o en otras palabras que no está determinada por las variables del modelo. Las pequeñas líneas verticales junto con el pequeño círculo que indica procedencia de información representan constantes o parámetros del modelo.

Antes de explicar el razonamiento que llevó a esta porción del modelo es indispensable establecer que como éste es una parte del modelo completo de población no se considera en





esta ilustración el número de nacimientos y muertes por año las cuales son variables primordiales en el modelo completo.

En este ejemplo se tiene un nivel el cual es el número de habitantes en el Valle del Cauca que hay en un instante de tiempo. Ahora bien, este número de habitantes se modifica en un período de tiempo (en este modelo un año) puesto que a él se suman las personas que llegan al Valle anualmente y se restan las personas que salen del Valle anualmente. La fuente o de donde vienen las personas que llegan no es importante dinámicamente ya que el estudio es sobre la población que hay en el Valle en un instante de tiempo y por igual razón tampoco interesa el destino de los que salen. Los símbolos utilizados en el diagrama para los que llegan y salen por año o sea los inmigrantes y emigrantes por año son las válvulas que de acuerdo a la descripción anterior representan tasas y la fuente de los que llegan y el destino de los que salen se representan por nubes. Debe notarse además la línea continua que atraviesa por las válvulas y el rectángulo y que simbólicamente significa flujo el cual es en este modelo flujo de personas. Las tasas de inmigración y emigración determinan cómo varía el nivel puesto que su diferencia indicaría el número de personas

migrantes por año.

En la parte superior del diagrama aparecen los círculos correspondientes a las variables auxiliares ratas crudas de inmigración y emigración y su propósito es medir las correspondientes ratas en las unidades generalmente empleadas en análisis demográfico o sea números de inmigrantes y emigrantes por cada 1000 habitantes y por eso es necesario considerar la constante 1000 a cada lado de las correspondientes variables auxiliares. De las válvulas y de las dos constantes se desprenden líneas punteadas que de acuerdo a lo explicado anteriormente significa una relación de dependencia causal lo cual quiere decir que calculado el número de inmigrantes y emigrantes por año el nivel de la población y con la ayuda de la constante 1000 se puede deducir el tanto por mil de inmigrantes y de emigrantes.

Para explicar la parte inferior del diagrama es preciso tener en cuenta que las variables producto industrial del Valle, producto industrial per cápita en centros industriales y producto industrial per cápita en Colombia son variables exógenas al

modelo. La variable producto industrial del Valle y el nivel de población determinan la producción industrial per cápita de los habitantes del departamento y esta variable auxiliar junto con la exógena producto industrial per cápita en Colombia determinan la diferencia del producto industrial per cápita del Valle con relación al resto de la república y la producción industrial per cápita en el Valle junto con la producción industrial per cápita en otros centros industriales no localizados en el Valle determinan la diferencia del producto industrial per cápita del Valle con relación a estos centros industriales. La diferencia entre el producto industrial per cápita en el Valle menos el correspondiente a Colombia determina la diferencia entre los correspondientes productos industriales per cápita rezagados y para obtener ésta se considera la existencia de una demora exponencial de tercer orden. La razón de considerar aquí una demora se debe a que para que la población de otros departamentos tengan en cuenta de que en el Valle del Cauca se logran mejores ingresos que en sus departamentos debe transcurrir un lapso de tiempo. En este caso específico la duración de la demora es de 20 años.

La diferencia del producto industrial per cápita del Valle menos la correspondiente a Colombia rezagado es una variable independiente para la determinación del multiplicador de fecundidad el cual es la variable dependiente de una función no lineal que se da en forma tabular. La consideración de funciones no lineales y además tabulares es una de las ventajas de este método de análisis.

La variable auxiliar multiplicador de fecundidad junto con las constantes fracción normal de inmigrantes y la edad promedio de los inmigrantes determinan la tasa de inmigrantes por año. La constante fracción normal de inmigrantes se consideró como el método más conveniente para tratar los inmigrantes de departamentos vecinos, que con los datos disponibles, son los que más inmigran al Valle.

La determinación de la tasa de emigrantes del Valle hacia otros centros industriales se hace de manera similar a la anterior pues la diferencia del producto industrial per cápita del Valle con respecto a otros centros industriales determina después de un rezago la diferencia rezagada y ésta determina el multiplicador de emigración que es una función de la

diferencia rezagada y este multiplicador junto con la fracción normal de emigrantes y la edad promedio de estos determinan los emigrantes por año. La fracción normal de emigrantes se utiliza para tratar con los emigrantes hacia departamentos vecinos que como en el caso de los inmigrantes constituyen la mayoría.

#### IV MODELO DE POBLACION PARA COLOMBIA Y EL VALLE DEL CAUCA.

En esta sección se presenta en forma gráfica y algebraica los modelos de población utilizados para el Valle del Cauca así como también el programa de computador 1/ . Es necesario destacar que el programa que se usó es para el computador IBM 1130 de la Universidad del Valle programa que fue hecho en su gran mayoría por personal del centro de cómputo de esa Universidad y consiste en un paquete de subrutinas bajo la denominación SDF-1130. Otras subrutinas que no estaban en

---

1/ El modelo gráfico de población es similar al presentado por Dennis L. Mendows, et. al. con la diferencia de que para el Valle se incluye inmigración y migración que no se contempla en el modelo mundial.

SDF-1130 y que eran esenciales para este modelo fueron programadas utilizando Fortran IV para el computador de la Universidad mencionada.

El programa de computador correspondiente a Colombia está en los archivos del Departamento de Estudios Económicos de la CVC.

#### Modelo Gráfico.

El gráfico discutido en el capítulo III de este trabajo es una parte del modelo general 1/ . Este gráfico con el nuevo gráfico que en este capítulo se presenta se aplica al Valle del Cauca pues en el Departamento es necesario considerar el flujo de población que llega y sale del Departamento desde y hasta otras regiones del país o sea el gráfico de inmigración y emigración al Departamento.

---

1/ Este gráfico se reproduce en esta sección pero con los símbolos usados en el programa de computador y la numeración correspondiente.

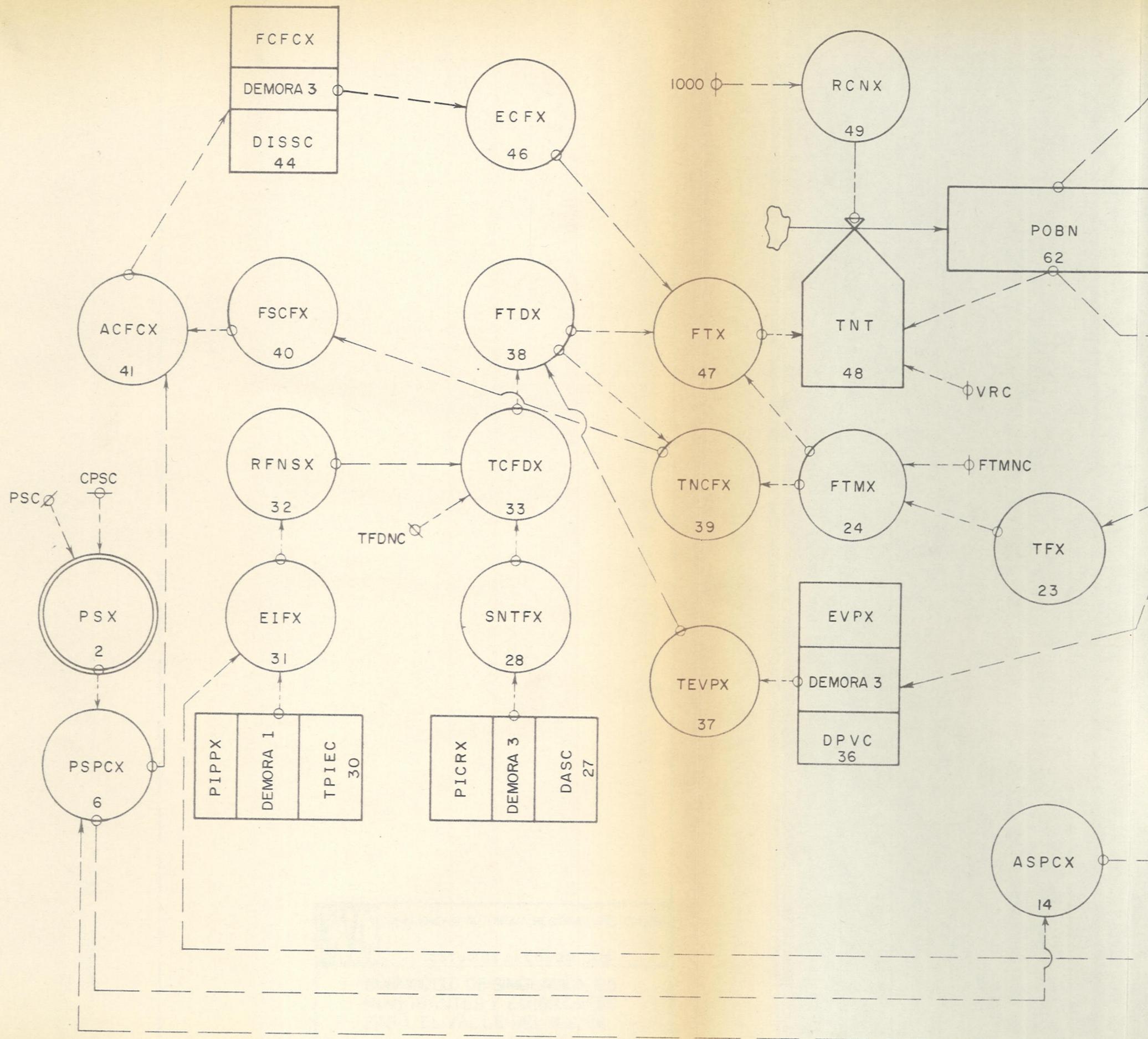
En cuanto a Colombia no se consideró el flujo de inmigrantes y emigrantes desde y hacia otros países puesto que el flujo de inmigrantes es insignificante en proporción a la población nativa que reside en Colombia y el de emigrantes que es muy importante en los últimos años no se registra adecuadamente debido al éxodo clandestino a países con moneda fuerte especialmente Venezuela y los Estados Unidos.

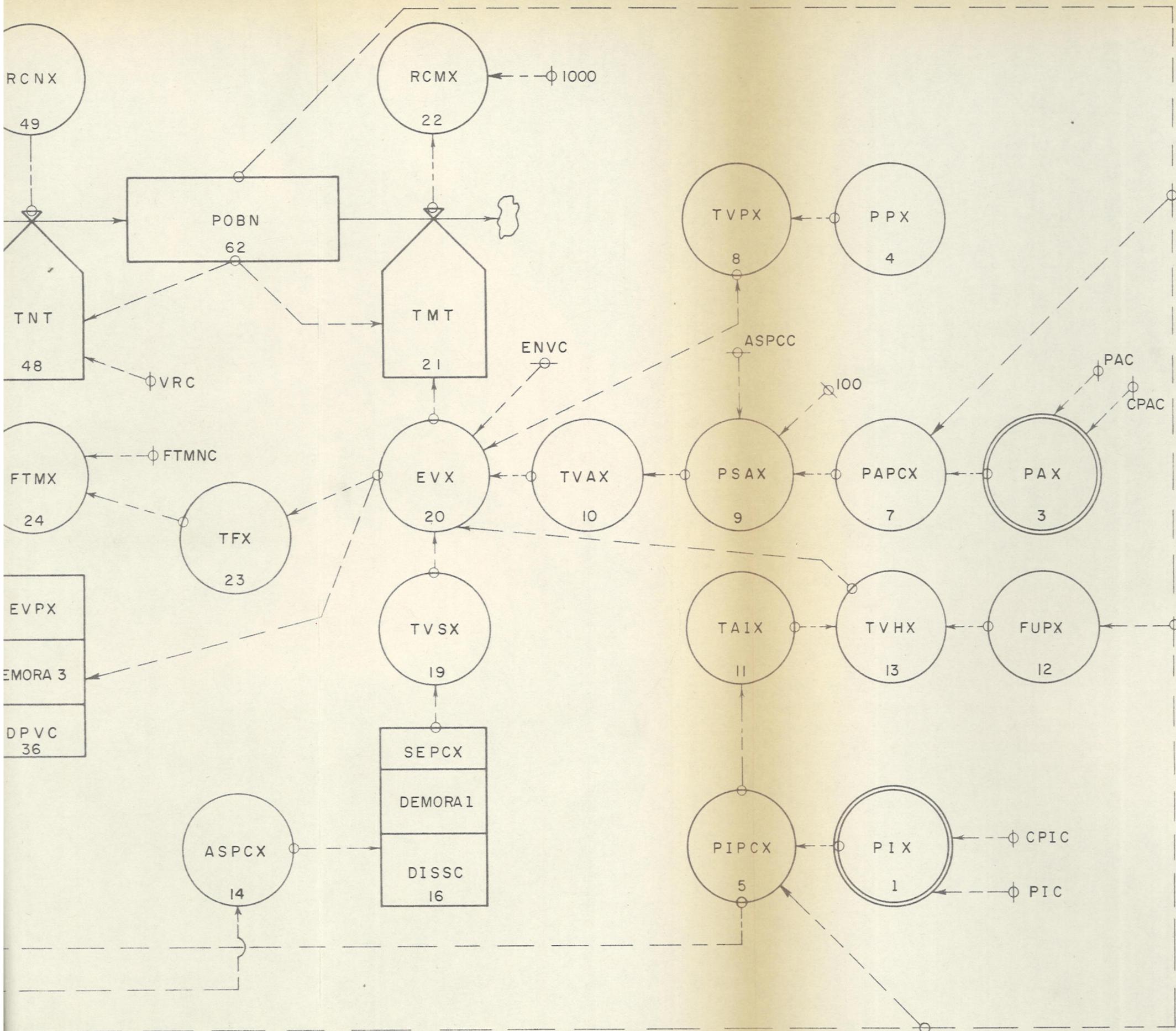
En el diagrama que se aplica a Colombia y al Valle se han escrito los símbolos de las variables que se usaron y el número de la ecuación. Esta numeración no es continua ni corresponde a la numeración del programa en Fortran pero se hizo así para facilidad de entendimiento del orden del cómputo.

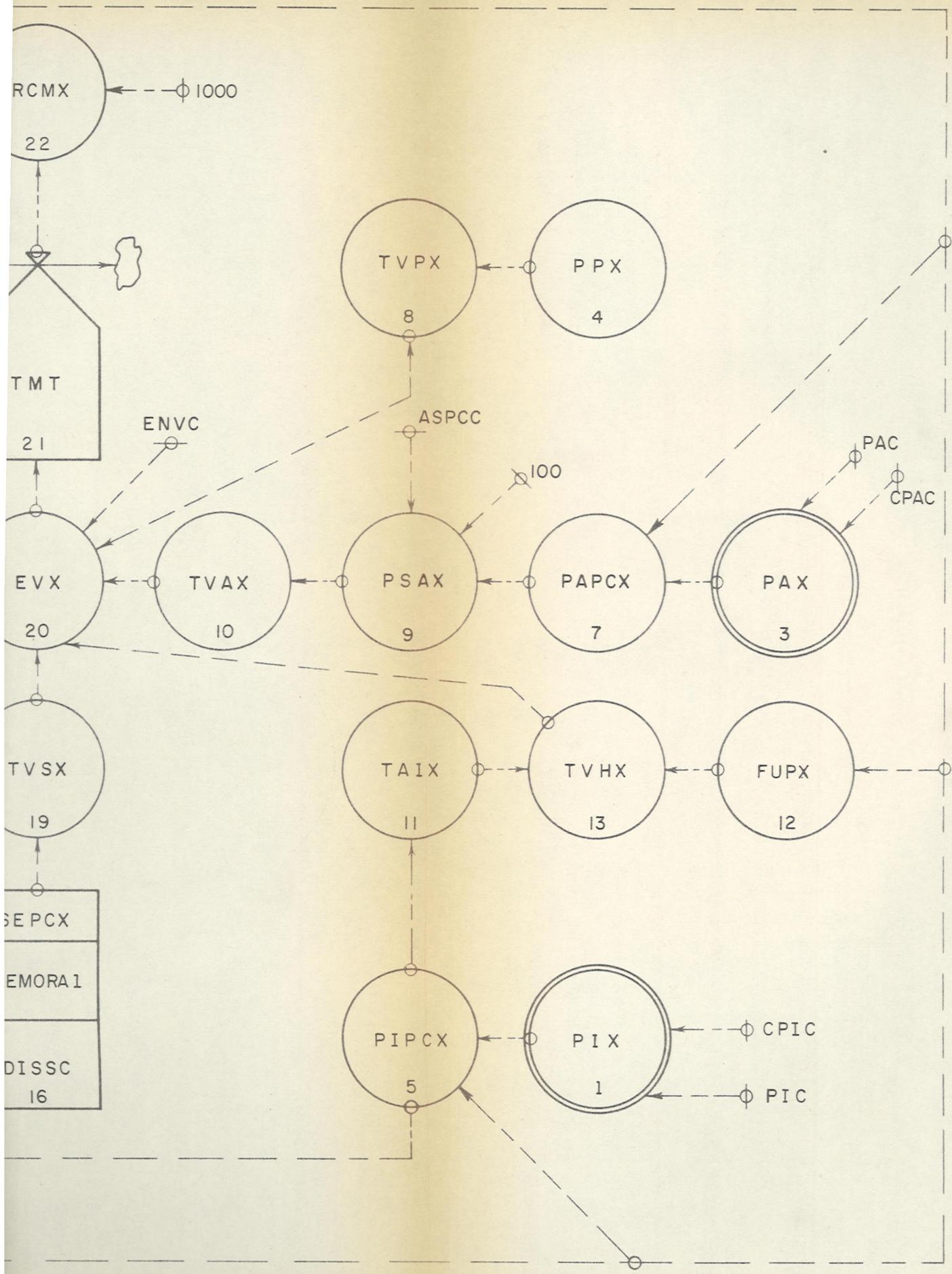
En cuanto a los símbolos los terminados en N significan un nivel, los en T significan tasa, los en X una variable auxiliar y los en C una constante.

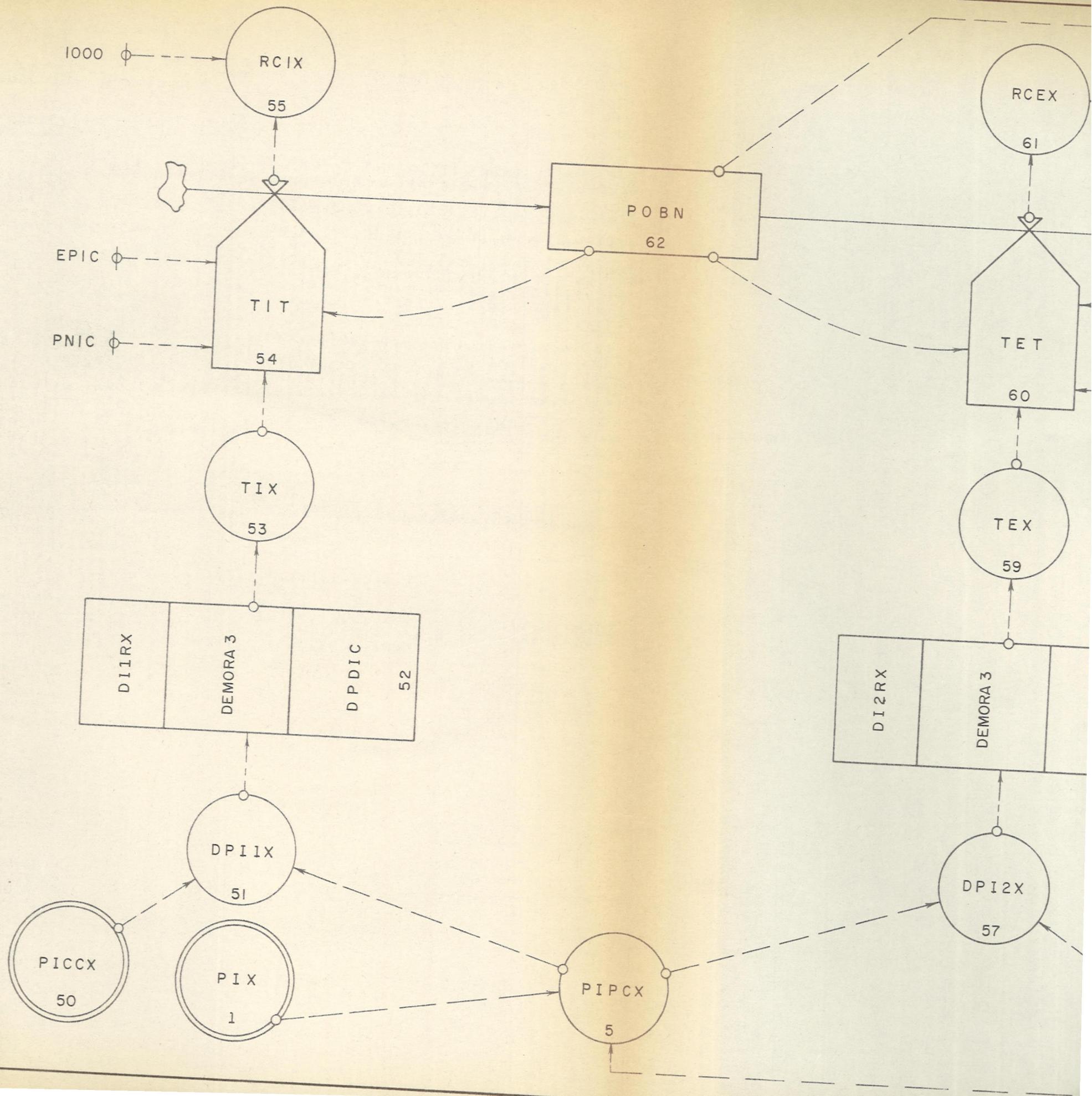
#### Ecuaciones.

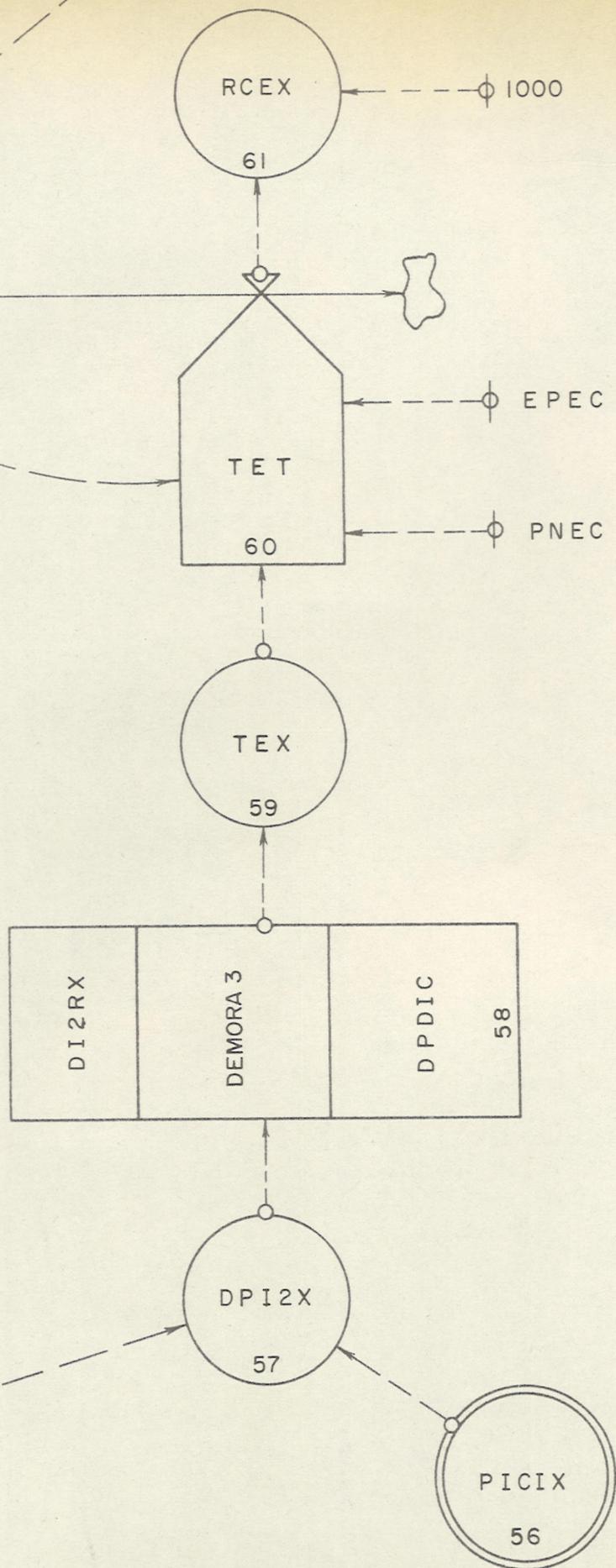
Las ecuaciones que se presentan son las correspondientes al Valle del Cauca tal como fueron procesadas en el computador IBM 1130 de la Universidad del Valle.











// JOB 777B

LOG DRIVE	CART SPEC	CART AVAIL	PHY DRIVE
0000	777B	777B	0002
		7000	0000

V2 M10 ACTUAL 16K CONFIG 16K

// FOR

\*IOCS(2501 READER,1403 PRINTER,DISK)

\* ONE WORD INTEGERS

\*LIST ALL

DIMENSION TTMVP(11),TTMVA(6),TTMAI(9),TTFUP(9),TTS2X(6),TTS1X(6),T  
 \*TASC(9),TTMF(9),ITECF(7),TTFSE(6),TTNST(5),TTRFS(5),TTMEV(9),TTDIR  
 \*(6),TTD2R(9)

DIMENSION CROTK(1),CRPIC(3),CRIPP(1),CREV(3),CRCF(3),CRET(3),CROT(  
 \*3)

DIMENSION P(7),PN(7),P1(7),PN1(7),P2(7),PN2(7),P3(7),PN3(7),P4(7),  
 \*PN4(7),P5(7),PN5(7),P6(7),PN6(7),P7(4),PN7(4)

EQUIVALENCE (P(1),POBN),(P(2),TNT),(P(3),RCNX),(P(4),TMT),(P(5),RC  
 \*MX),(P(6),TIT),(P(7),RCIX),(P1(1),TCT),(P1(2),RCEX),(P1(3),EVX),(P  
 \*1(4),PIX),(P1(5),PSX),(P1(6),PAX),(P1(7),PPX),(P2(1),PIPCX),(P2(2)  
 \*,PSPCX),(P2(3),PAPCX),(P2(4),TVPX),(P2(5),PSAX),(P2(6),TVAX),(P2(7)  
 \*),TAIX),(P3(1),FUPX),(P3(2),TVHX),(P3(3),ASPCX),(P3(4),SEPCX),(P3(  
 \*5),TVS2X),(P3(6),TVS1X),(P3(7),TVSX)

EQUIVALENCE (P4(1),TFX),(P4(2),FTMX),(P4(3),PICRX),(P4(4),SNTFX),(  
 \*P4(5),PIPPX),(P4(6),EIFX),(P4(7),RFNSX),(P5(1),ICFDX),(P5(2),EVPX)  
 \*,(P5(3),TEVPX),(P5(4),FTDX),(P5(5),TNCFX),(P5(6),FSCFX),(P5(7),ACF  
 \*CX),(P6(1),FCFCX),(P6(2),ECFX),(P6(3),FTX),(P6(4),PICCX),(P6(5),DP  
 \*11X),(P6(6),DI1RX),(P6(7),T1X),(P7(1),PICIX),(P7(2),DP12X),(P7(3),  
 \*DI2RX),(P7(4),TEX)

DATA TTMVP/1.3,.99,.97,.95,.90,.85,.75,.65,.55,.40,.20/  
 DATA TTNST/1.5,1.25,1.,.9,.8/  
 DATA TTMVA/0.,1.,1.2,1.3,1.35,1.4/  
 DATA TTMAI/.25,.025,-.1,-.08,-.02,.05,.1,.15,.2/  
 DATA TTFUP/0.,.4,.5,.71,.8,.85,.90,.94,.96/  
 DATA TTS2X/1.,1.4,1.6,1.8,1.95,2.0/  
 DATA TTS1X/1.,1.1,1.4,1.6,1.7,1.8/  
 DATA TTASC/0.,200.,500.,950.,1400.,1750.,2000.,2200.,2300./  
 DATA TTMF/0.,.2,.4,.6,.8,.9,1.,1.05,1.1/  
 DATA ITECF/.75,.85,.9,.95,.98,.99,1./  
 DATA TTFSE/.0015,.0050,.009,.0125,.015/  
 DATA TTRFS/.5,.6,.7,.85,1./  
 DATA TTMEV/3.,2.1,1.6,1.4,1.3,1.2,1.1,1.05,1./  
 DATA TTDIR/1.,1.9,2.3,2.5,2.55,2.6/  
 DATA TTD2R/4.,3.2,2.7,2.3,2.,1.4,1./

DEFINE FILE 22(200,25,U,IA21),31(200,10,U,IA31),32(200,12,U,IA32)  
 DEFINE FILE 33(200,14,U,IA33),34(200,10,U,IA34),35(200,12,U,IA35)  
 DEFINE FILE 36(200,22,U,IA36),37(200,20,U,IA37)

C CONS

TANTES  
 PUBIC=217159.  
 ENVC=28.  
 ASPCC=230.  
 DISSC=20.  
 TEPC=4000.  
 FMFC=.26  
 VRC=30.  
 FTMNC=12.  
 TECFC=4000.  
 TFD2C=4000.  
 DASC=20.  
 IPIEC=3.  
 IFDNC=4.  
 DPVC=20.  
 DT=1.  
 PAC=95500000.  
 PIC=44000000.  
 PSC=120000000.  
 PPC=0.  
 CGN=0.  
 PEN=0.  
 TP=1922.  
 TINIC=1912.  
 CPIC=.06  
 CPSC=.052  
 CPAC=.04  
 PICIC=200.  
 PICCC=61.  
 CIC1C=0.04  
 CICCC=0.03  
 PNIC=.25  
 PNEC=.1  
 EPIC=30.

EPEC=24.  
 DPDIC=20.  
 KP3=3  
 TSIM=2000.  
 NVARP=7  
 NVAR1=7  
 NVAR2=7  
 NVAR3=7  
 NVAR4=7  
 NVAR5=7  
 NVAR6=7  
 NVAR7=4

C ECUACIONES PARA 1900  
 TIEMP=TIINC

C POBLACION

POBN=POBIC

C VARIABLES EXOGENAS

PIX=PIC  
 PSX=PSC  
 PAX=PAC  
 PPX=PPC  
 PICCX=PICCC  
 PICIX=PIICIC

C VARIABLES ENDOGENAS

PIPCX=PIX/POBN  
 PSPCX=PSX/POBN  
 PAPCX=PAX/POBN  
 PPX=1+RAMP(CON,PEN,TP,TIEMP)

C ECUACIONES DE MORTALIDAD

IVPX=FAIIT(TTMVP,0.,10.,10,PPX)  
 PSAX=(PAPCX\*100.)/ASPCX  
 TVAX=FAIIT(TTMVA,0.,100.,5,PSAX)  
 TAIAX=FAIIT(TTMAI,0.,250.,8,PIPCX)  
 FUPX=FAIIT(TTFUP,0.,600000.,8,POBN)  
 IVHX=1.-TAIAX\*FUPX  
 ASPCX=FAIIT(TTASC,0.,1250.,8,PSPCX)  
 CRUTR(1)=ASPCX  
 CALL DELAY(ASPCX,SEPCX,CRUTR,DISSC,DT,1)  
 TVS2X=FAIIT(TTS2X,0.,100.,5,SEPCX)  
 TVS1X=FAIIT(TTS1X,0.,100.,5,SEPCX)  
 TVSX=CLIP(TVS2X,TVS1X,TIEMP,1940.)  
 EVX=ENVC\*IVPX\*IVAX\*IVHX\*IVSX  
 TMT=POBN/EVX  
 RCMX=1000.\*TMT/POBN

C ECUACIONES DE NATALIDAD

TFX=FAIIT(TTMF,0.,10.,8,EVX)  
 FTMX=FTMNC\*TFX  
 DO 1 KI=1,KP3  
 1 CRPIC(KI)=PIPCX  
 CALL DELAY(PIPCX,PICRX,CRPIC,DASC,DT,KP3)  
 SNTFX=FAIIT(TINST,0.,250.,4,PICRX)  
 CRIPP(1)=PIPCX  
 CALL DELAY(PIPCX,PIPPX,CRIPP,TPIEC,DT,1)  
 EIFX=(PIPCX-PIPPX)/PIPPX  
 RFNSX=FAIIT(TTRFS,-.2,.1,4,EIFX)  
 TCFDX=CLIP(2.0,TFDNC\*RFNSX\*SNTFX,TIEMP,TFD2C)

DO 2 KI=1,KP3

2 CREV(KI)=EVX

CALL DELAY(EVX,EVPX,CREV,DPVC,DT,KP3)  
 TEVPX=FAIIT(TTMEV,0.,10.,8,EVPX)  
 FTDX=TCFDX\*TEVPX  
 TNCFX=(FTMX/FTDX)-1.  
 FSCFX=FAIIT(TTFSF,0.,2.,5,TNCFX)  
 ACFCX=FSCFX\*PSPCX

DO 3 KI=1,KP3

3 CRGF(KI)=ACFCX

CALL DELAY(ACFCX,FCFCX,CRGF,DISSC,DT,KP3)  
 ECFIX=FAIIT(TTECF,0.,5,6,FCFCX)  
 ECFX=CLIP(1.0,ECFIX,TIEMP,TECF)  
 FIX=AMIN1(FTMX,(FTMX\*(1.-ECFX)+FTDX\*ECFX))  
 TMT=CLIP(TMT,(FIX\*POBN\*FMFC/VRC),TIEMP,TEPC)

RCNX=1000.\*TMT/POBN

C ECUACIONES DE INMIGRACION

DPIIX=PIPCX-PICCX

DO 7 KI=1,KP3

7 CRET(KI)=DPIIX

CALL DELAY(DPIIX,DIIRX,CRET,DPDIC,DT,KP3)  
 TIX=FAIIT(TTDIR,0.,75.,5,DIIRX)  
 TIT=POBN\*PNIC\*TIX/EPIC  
 RCIX=1000.\*TIT/POBN

C ECUACIONES DE EMIGRACION

DPIZX=PIPCX-PIICX

DO 8 KI=1,KP3

```

8 CROT(KI)=DPI2X
CALL DELAY(DPI2X,DI2RX,CROT,DPDIC,DT,KP3)
TEX=FAIIT(TTU2R,-3000.,500.,6,DI2RX)
TET=POBN*PNEC*TEX/EPEC
RCEX=1000.*TET/POBN
CALL GRAF1(P,PN,NVARP,22,1,1,1,1,IA22,1)
CALL GRAF1(P1,PN1,NVAR1,31,2,1,1,1,IA31,1)
CALL GRAF1(P2,PN2,NVAR2,32,3,1,1,1,IA32,1)
CALL GRAF1(P3,PN3,NVAR3,33,4,1,1,1,IA33,1)
CALL GRAF1(P4,PN4,NVAR4,34,5,1,1,1,IA34,1)
CALL GRAF1(P5,PN5,NVAR5,35,6,1,1,1,IA35,1)
CALL GRAF1(P6,PN6,NVAR6,36,7,1,1,1,IA36,1)
CALL GRAF1(P7,PN7,NVAR7,37,8,1,1,1,IA37,1)
CALL GRAF2(P,PN,NVARP,22,1,1,1,1,TIEMP,IA22,1)
CALL GRAF2(P1,PN1,NVAR1,31,2,1,1,1,TIEMP,IA31,1)
CALL GRAF2(P2,PN2,NVAR2,32,3,1,1,1,TIEMP,IA32,1)
CALL GRAF2(P3,PN3,NVAR3,33,4,1,1,1,TIEMP,IA33,1)
CALL GRAF2(P4,PN4,NVAR4,34,5,1,1,1,TIEMP,IA34,1)
CALL GRAF2(P5,PN5,NVAR5,35,6,1,1,1,TIEMP,IA35,1)
CALL GRAF2(P6,PN6,NVAR6,36,7,1,1,1,TIEMP,IA36,1)
CALL GRAF2(P7,PN7,NVAR7,37,8,1,1,1,TIEMP,IA37,1)
NPTS=1

```

C ACTUALIZA EL TIEMPO

5 TIEMP=TIEMP + DT

C NUMERO DEL CICLO DE SIMULACION

TCR = TIEMP - TINIC

C PUBLACION

POBN=POBN+(TNI-TMT+TIT-TET)\*DT

C VARIABLES EXOGENAS

PIX=PIC\*(1.+CPIC)\*\*TCR

PSX=PSC\*(1.+CPCS)\*\*TCR

PAX=PAC\*(1.+CPAC)\*\*TCR

PPX=1+RAMP(CON,PEN,TP,TIEMP)

PICCX=PICCC\*(1.+CICCC)\*\*TCR

PICIX=PICIC\*(1.+CICIC)\*\*TCR

C VARIABLES ENDOGENAS

PIPCX=PIX/POBN

PSPCX=PSX/POBN

PAPCX=PAX/POBN

C ECUACIONES DE MORTALIDAD

TVPX=FAIIT(TTMVP,0.,10.,10,PPX)

PSAX=(PAPCX\*100.)/ASPCX

IVAX=FAIIT(TTMVA,0.,100.,5,PSAX)

FAIX=FAIIT(TTMAI,0.,250.,8,PIPCX)

FUPX=FAIIT(TTFUP,0.,600000.,8,POBN)

TVHX=1.-FAIX \* FUPX

ASPCX=FAIIT(TTASC,0.,1250.,8,PSPCX)

CALL DELAY(ASPCX,SEPCX,CRUTR,DISSC,DT,1)

TVS2X=FAIIT(TTIS2X,0.,100.,5,SEPCX)

TVS1X=FAIIT(TTIS1X,0.,100.,5,SEPCX)

TVSX=CLIP(TVS2X,TVS1X,TIEMP,1940.)

EVX=ENVC\*TVPX\*IVAX\*TVHX\*TVSX

TMT=POBN/EVX

RCMX=1000.\*TMT/POBN

C ECUACIONES DE NATALIDAD

TFX=FAIIT(TTTF,0.,10.,8,EVX)

FTMX=FTMNC\*TFX

CALL DELAY(PIPCX,PICRX,CRPIC,BASC,DT,KP3)

SNTFX=FAIIT(TTINST,0.,250.,4,PICRX)

CALL DELAY(PIPCX,PIPPX,CRIPP,TPIEC,DT,1)

EIFX=(PIPCX-PIPPX)/PIPPX

RFNSX=FAIIT(TTRFS,-.2,1,4,EIFX)

TCFDX=CLIP(2.0,TFDNC\*RFNSX\*SNTFX,TIEMP,TFD2C)

CALL DELAY(EVX,EVPX,CREV,DPVC,DT,KP3)

TEVPX=FAIIT(TTMEV,0.,10.,8,EVPX)

FTDX=TCFDX\*TEVPX

TNCFX=(FTMX/FTDX)-1.

FSCFX=FAIIT(TTFSF,0.,2.,5,TNCFX)

ACFCX=FSCFX\*PSPCX

CALL DELAY(ACFCX,FCFCX,CRFC,DISSC,DT,KP3)

ECFX=FAIIT(TTECF,0.,5,6,FCFCX)

ECFX=CLIP(1.0,ECFX,TIEMP,TECF)

FTX=AMINI(FTMX,(FTMX\*(1.-ECFX)+FTDX\*ECFX))

TNI=CLIP(TMT,(FTX\*POBN\*FMFC/VRC),TIEMP,TEPC)

RCNX=1000.\*TNI/POBN

C ECUACIONES DE INMIGRACION

DPI1X=PIPCX-PICCX

CALL DELAY(DPI1X,DI1RX,CRET,DPDIC,DT,KP3)

TIX=FAIIT(TTD1R,0.,75.,5,DI1RX)

TIT=POBN\*PNIC\*TIX/EPIC

RCIX=1000.\*TIT/POBN

C ECUACIONES DE EMIGRACION

DPI2X=PIPCX-PICIX

CALL DELAY(DP12X,DI2RX,CKOT,DPD1C,DT,KP3)  
 TEX=FAIIT(TID2K,-3000.,500.,6,DI2RX)  
 TET=POBN\*PNEC\*TEX/EPEC  
 RCEX=1000.\*TET/POBN  
 CALL GRAF2(P,PN,NVARP,22,1,1,1,1,TIMEP,IA22,1)  
 CALL GRAF2(P1,PN1,NVAR1,31,2,1,1,1,TIMEP,IA31,1)  
 CALL GRAF2(P2,PN2,NVAR2,32,3,1,1,1,TIMEP,IA32,1)  
 CALL GRAF2(P3,PN3,NVAR3,33,4,1,1,1,TIMEP,IA33,1)  
 CALL GRAF2(P4,PN4,NVAR4,34,5,1,1,1,TIMEP,IA34,1)  
 CALL GRAF2(P5,PN5,NVAR5,35,6,1,1,1,TIMEP,IA35,1)  
 CALL GRAF2(P6,PN6,NVAR6,36,7,1,1,1,TIMEP,IA36,1)  
 CALL GRAF2(P7,PN7,NVAR7,37,8,1,1,1,TIMEP,IA37,1)

NPTS=NPTS+1

IF(TIMEP + DT/2. - TSIM) 5,6,6

6 CALL GRAF3(NPTS,22,IA22)

CALL GRAF3(NPTS,31,IA31)

CALL GRAF3(NPTS,32,IA32)

CALL GRAF3(NPTS,33,IA33)

CALL GRAF3(NPTS,34,IA34)

CALL GRAF3(NPTS,35,IA35)

CALL GRAF3(NPTS,36,IA36)

CALL GRAF3(NPTS,37,IA37)

C POBN POBLACION (PERSONAS)

C TNT TASA DE NATLIDAD (PERSONAS/ANO)

C RCNX RATA CRUDA DE NACIMIENTO

C TMT TASA DE MORTALIDAD (PERSONAS/ANO)

C RCMX RATA CRUDA DE MUERTE

C TIT TASA DE INMIGRACION (PERSONAS/ANO)

C RCIX RATA CRUDA DE INMIGRACION

C TET TASA DE EMIGRACION (PERSONAS-ANO)

C RCEX RATA CRUDA DE EMIGRACION

C EVX ESPERANZA DE VIDA (ANOS)

C PIX PRODUCCION INDUSTRIAL (\$)

C PSX PRODUCCION DE SERVICIOS (\$)

C PAX PRODUCCION AGRICOLA (KILOGRAMOS)

C PPX INDICE DE POLUCION PERSISTENTE

C PIPC PRODUCCION INDUSTRIAL PER CAPITA (\$/PERSONA-ANO)

C PSPC PRODUCCION DE SERVICIOS PER CAPITA (\$/PERSONA-ANO)

C PAPX PRODUCCION AGRICOLA PER CAPITA (KILOGRAMOS/PERSONA-ANO)

C TVPX MULTIPLICADOR DE VIDA POR POLUCION

C PSAX PORCENTAJE DE SOBREALIMENTACION

C TVAX MULTIPLICADOR DE VIDA POR ALIMENTOS

C TAIX MULTIPLICADOR DE APINAMIENTO POR INDUSTRIALIZACION

C FUPX FRACCION URBANA DE LA POBLACION

C TVHX MULTIPLICADOR DE VIDA POR APINAMIENTO

C ASPC ASIGNACION A SERVICIOS DE SALUD PER CAPITA (\$/PERSONA-ANO)

C SEPC SERVICIOS EFECTIVOS DE SALUD PER CAPITA (\$/PERSONA-ANO)

C TVS2 MULTIPLICADOR DE VIDA POR SERVICIOS DE SALUD DESPUES DE 1940

C TVS1 MULTIPLICADOR DE VIDA POR SERVICIOS DE SALUD ANTES DE 1940

C TVSX MULTIPLICADOR DE VIDA POR SERVICIOS DE SALUD

C TFX MULTIPLICADOR DE FECUNDIDAD

C FTMX FERTILIDAD TOTAL MAXIMA (PERSONAS)

C PICTR PRODUCCION INDUSTRIAL PER CAPITA REZAGADA (\$/PERSONA-ANO)

C SNIF NORMA SOCIAL SOBRE EL TAMANO DE LA FAMILIA (PERSONAS)

C PIPP PRODUCCION INDUSTRIAL PROMEDIO PER CAPITA (\$/PERSONA-ANO)

C EIFX ESPERANZA DE INGRESO FAMILIAR (ANOS)

C RFNS RESPUESTA FAMILIAR A NORMA SOCIAL

C TCFD TAMANO COMPLETO DE FAMILIA DESEADO (PERSONAS)

C EVPX ESPERANZA DE VIDA PERCIBIDA (ANOS)

C TEVP MULTIPLICADOR COMPENSATORIO DE ESPERANZA DE VIDA PERCIBIDA

C FTDX FERTILIDAD TOTAL DESEADA (PERSONAS)

C INCF NECESIDAD DE CONTROL DE FERTILIDAD

C FSCF FRACCION DE SERVICIOS ASIGNADOS A CONTROL DE FERTILIDAD

C ACFC ASIGNACION A CONTROL DE FERTILIDAD PER CAPITA (\$/PERSONA-ANO)

C FCFC FACILIDADES DE CONTROL DE FERTILIDAD PER CAPITA (\$/PERSONA-ANO)

C ECFX EFECTIVIDAD DEL CONTROL DE FERTILIDAD

C FIX FERTILIDAD TOTAL (PERSONAS)

C PICC PROD IND PER CAP EN COLOMBIA (\$/PERSONA-ANO)

C DP11 DIF DE PROD IND PER CAP CON RES A COLOMBIA (\$/PER-ANO)

C DI1R DIF DE PROD IND REZAGADO CON RES A COLOMBIA (\$/PER-ANO)

C TIX MULTIPLICADOR DE INMIGRACION

C PIC1 PROD IND PER CAP EN CENTROS INDLES (\$/PERSONA-ANO)

C DP12 DIF DE PROD IND PER CAP CON RES A CEN INDLES (\$/PER-ANO)

C DI2R DIF DE PROD IND REZAGADO CON RES A CEN IND (\$/PER-ANO)

C TEX MULTIPLICADOR DE EMIGRACION

CALL EXIT

END

## V. RESULTADOS.

Tanto para el Valle del Cauca como para Colombia 1/ el futuro demográfico a largo plazo no es muy desalentador.

Para Colombia se predice un descenso en las tasas de natalidad y mortalidad excediendo el decrecimiento en la tasa de natalidad a la de mortalidad ocasionando así una disminución en la tasa de crecimiento de la población pero no con la rapidez como sería deseable. Esto porque la composición actual de la población por edades y sexo es la que determina parcialmente la tasa de natalidad del futuro. Al mismo tiempo se predice una esperanza de vida creciente con el transcurso de los años.

En cuanto a la tasa de natalidad, mortalidad y esperanza de vida para el Valle del Cauca como se muestra en la Tabla 1 se predice que las tendencias son iguales a las de Colombia pero el Valle tendrá una mejor posición que la de Colombia porque el descenso en la tasa de natalidad es más vertiginosa que la colombiana.

---

1/ Los resultados completos para Colombia y el Valle quedan en los archivos del Depto. de Estudios Económicos de la CVC.

Además como también muestra la Tabla 1 en el futuro el Valle recibirá cada vez más inmigrantes pero a una tasa decreciente y saldrán del Valle cada vez más emigrantes a una tasa creciente con lo cual el descenso en la tasa geométrica de crecimiento vegetativo será más acentuado que el de Colombia.

Tanto los resultados para el Valle como para Colombia dependen del grado de crecimiento de la economía en producción de alimentos, de servicios y de la industria. Estos sectores en este modelo fueron considerados exógenos.

## VI. FUTURAS INVESTIGACIONES.

Este estudio debe ser revisado cuando se publiquen en forma oficial los resultados del censo de 1973. En especial es importante considerar la composición de la población por edad y sexo en 1973 y el número de residentes en el Valle que no son nativos así como también los residentes en otras regiones del país nacidos en el Valle del Cauca para poder estimar con

Valle del Cauca: resultados de la simulación de las variables demográficas  
de mayor importancia en años seleccionados

Año	Población (personas)	Tasa geométrica de nacimiento (‰)	Tasa geométrica de mortalidad (‰)	Tasa geométrica de inmigración (‰)	Tasa geométrica de emigración (‰)	Esperanza de vida (años)
1912	217.159	48.27	28.05	18.79	4.17	35.6
1915	241.437	50.70	27.90	18.79	4.17	35.8
1918	269.798	51.28	27.79	18.81	4.17	36.0
1921	301.949	51.41	27.66	18.85	4.17	36.2
1924	338.182	51.39	27.54	18.93	4.17	36.3
1928	393.626	51.24	27.36	19.12	4.20	36.5
1930	424.782	51.12	27.26	19.20	4.21	36.7
1933	476.255	50.90	27.09	19.31	4.25	36.9
1935	514.033	50.76	26.88	19.40	4.27	37.2
1938	576.663	50.50	26.52	19.54	4.32	37.7
1941	652.060	52.01	20.18	19.69	4.39	48.0
1944	746.527	50.87	20.77	19.85	4.46	48.1
1947	852.377	49.81	20.69	20.02	4.55	48.3
1951	1.012.830	48.21	20.54	20.22	4.71	48.7
1954	1.148.550	47.00	20.38	20.36	4.84	49.1
1957	1.298.930	46.01	20.14	20.48	5.01	49.7
1960	1.465.750	45.04	19.83	20.59	5.20	50.4
1964	1.715.830	43.68	19.53	20.72	5.49	51.2
1967	1.924.740	42.62	19.36	20.81	5.75	51.7
1970	2.152.080	41.52	19.19	20.85	6.16	52.1
1973	2.396.870	40.39	18.99	20.88	6.66	52.7
1975	2.569.330	39.58	18.86	20.90	7.04	53.0
1980	3.029.310	37.63	18.51	20.95	8.12	54.0
1985	3.528.850	35.77	18.38	21.02	8.88	54.4
1990	4.058.950	33.56	18.32	21.12	9.71	54.6
1995	4.600.050	31.38	18.42	21.27	11.01	54.3
2000	5.121.550	29.35	18.36	21.49	12.90	54.5

un mayor grado de aproximación la tasa anual de inmigrantes y emigrantes hacia y desde el Valle del Cauca. Una vez que haya la disponibilidad de estos datos puede ampliarse el modelo para considerar varios niveles que podrían ser número de habitantes por grupos de edad y sexo y que sean de interés tales como población económicamente activa, población en edad de concebir, menores de edad y mayores de edad no aptos para el trabajo, etc. En estos grupos de edad y sexo se podrían clasificar los inmigrantes y emigrantes.

Estos grupos de edad y sexo son importantes porque por ejemplo un aumento en el número de mujeres en edad de concebir puede causar un aumento en la tasa de natalidad aunque el número promedio de hijos por mujer fértil disminuya.

El grupo de personas económicamente activas es también importante ya que una disminución en la tasa de natalidad puede causar una disminución en la tasa de crecimiento de la población económicamente activa después de un rezago de tiempo. Con esta situación y si no hubiera desempleo se ocasionaría un déficit de mano de obra que habría que sustituirlo por capital si se desea una producción global constante o creciente;

si hay desempleo este problema tendería a solucionarse con el tiempo.

Otra ampliación posible a este modelo puede ser el incluir las interrelaciones entre urbanización y migración rural-urbana y sus implicaciones sobre las tasas de natalidad y mortalidad. Aquellos que migran de la ciudad al campo pueden conservar por mucho tiempo sus actitudes con relación al tamaño de la familia y hacia las técnicas médicas, etc.

Además, es preciso hacer un análisis de sensibilidad del modelo. En este momento no es oportuno, por la escasez de datos ya anotados, pues la conducta del modelo es muy sensible al porcentaje de población en edad de concebir y esto es preferible hacerlo con un nivel que indique la población en edad de concebir y no simplemente tomarla como una constante como se hizo en este modelo.