

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO ECONOMISTA

"ECONFORT : UN SISTEMA DE ESTIMACION ECONOMICA DE MODELOS Y PREVISION POR COMPUTADORA"

MARIO DEJO SOTO  
PROGRAMA ACADEMICO DE  
ECONOMIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA,

LIMA-PERU

# I N D I C E

## I. INTRODUCCION AL SISTEMA ECONFORT

1. La computadora y la Previsión Económica y Financiera.
2. Modelos Matemáticos
3. Modelos Econométricos
4. Funcionamiento del Sistema ECONFORT

## II. EL DATA BANK

1. Descripción
2. Restricciones

## III. ECODATA

1. Descripción
2. Introducción de variables al DATA BANK
3. Operaciones aritméticas entre variables del DATA BANK
4. Conversiones a variables en Logaritmos
5. Elevación a un exponente entero de una variable
6. Creación de variables con retrasos
7. Listado de Variables del DATA BANK
8. Adición de nuevas funciones a ECODATA
9. Aplicaciones de ECODATA : Un modelo econométrico simple para el Perú (modelo ejemplo).
10. Anexos
  - 10.1 Anexo A.1 : Codificación de los datos para el modelo ejemplo
  - 10.2 Anexo A.2 : Reportes emitidos por ECODATA
  - 10.3 Anexo A.3 : Programa Fuente de ECODATA

## IV. ECOESTI

1. Descripción
2. Regresiones múltiples por mínimos cuadrados ordinarios
3. Regresiones múltiples por mínimos cuadrados en dos etapas (two stages least square).

4. Regresiones no lineales
5. Codificación de los datos para ECOESTI
6. Anexos

- 6.1 Anexos B.1: Codificación de los datos para el modelo ejemplo en III.9
- 6.2 Anexo B.2: Reportes emitidos por ECOESTI
- 6.3 Anexo B.3: Programa Fuente de ECOESTI

## V. ECOSIMUL

1. Simulación y previsión con modelos
2. Descripción de ECOSIMUL
3. Entrada de datos para ECOSIMUL

- 3.1 Parámetros para el Programa
- 3.2 Codificación de datos para Definición de variables
- 3.3 Diseño de impresión de resultados
- 3.4 Simulaciones con cambios en los datos del modelo

4. Codificación del modelo en el Sub-Programa EQUAT
5. Recomendaciones para una buena utilización de ECOSIMUL
6. Anexos

- 6.1 Anexo C.1: Codificación de los datos para el modelo ejemplo en III.9
- 6.2 Anexo C.2: Sub-programa EQUAT para el modelo macro-económico.
- 6.3 Anexo C.3: Reportes emitidos por ECOSIMUL
- 6.4 Anexo C.4: Programa fuente de ECOSIMUL

# 1. INTRODUCCION AL SISTEMA ECONFORT

## 1.0 LA COMPUTADORA Y LA PREVISION ECONOMICA Y FINANCIERA

En la actualidad, la econometría está cada vez desarrollando técnicas sofisticadas para su empleo por los economistas. Dichas técnicas si bien son útiles como instrumentos de evaluación en el análisis económico y financiero, carecen de valor para el economista si éste no posee los recursos necesarios para resolver los difíciles y complejos cálculos que se requieren.

El trabajo manual aplicado en la solución de estas técnicas es engorroso y se pueden acumular errores iniciales en los cálculos que desmoralizan y desmotivan el uso de las técnicas nuevas que se presentan.

La previsión económica y financiera en la empresa, o en un país, se realiza con fines de planificación. La previsión permite evaluar estrategias simulando diferentes alternativas a optar para lograr el fin deseado.

Estas técnicas de previsión, utilizan generalmente métodos cuantitativos de la economía, como la econometría y la simulación y no podrían realizarse fácilmente sin la ayuda de un computador. En la medida que se prueben mayor número de alternativas y se dispongan de modelos cuya predicción es bastante aproximada a la realidad, se asegura una toma de decisiones con mayor probabilidad de obtener el resultado deseado.

La programación de técnicas de previsión en el computador, permite desarrollar modelos significativamente grandes y explicativos del comportamiento de una empresa o país. En este sentido, el lenguaje FORTRAN IV, es una herramienta excelente para los economistas que tienen a su cargo el uso de estas técnicas en una institución, y además es el lenguaje de programación que más se conoce.

La fig. 1 expone en general, las fases para realizar una previsión con un modelo cuantitativo, existiendo previamente el problema formulado.

## 2.0 MODELOS MATEMATICOS.

Un modelo matemático representa el funcionamiento del todo o una parte de un sistema real (económico y/o financiero) en términos de relaciones matemáticas. A manera de ejemplo supondremos el siguiente sistema de estimación de la utilidad, en forma simplificada.

- a)  $V = NART * P$  , especifica que el total de las ventas es igual al número de artículos vendidos por su precio de venta
- b)  $C = NART * I$  , especifica que el total del costo es igual al número de artículos vendidos por su costo unitario
- c)  $U = V - C$  , especifica que la utilidad es igual al total de las ventas menos el costo total
- d)  $INCR = \frac{(U - U_{t-1})}{U_{t-1}}$  , especifica el incremento de utilidad con respecto al período anterior
- e)  $NART = a + bNART_{t-1} + cY$  , especifica que el número de artículos vendidos es una relación lineal de los artículos vendidos el período anterior y del Ingreso Nacional Bruto.

En este modelo simple, las variables que se encuentran al lado izquierdo del signo '=' se llaman variables endógenas, pues su valor es calculado por la solución del modelo o sistema de ecuaciones presentado.

Las variables éxógenas, son las variables que se utilizan como dato en la solución del modelo. Estas variables pueden ser controlables (instrumentales) o no controlables. Las variables instrumentales permiten manipular el modelo, y son principalmente las que ayudan a tomar las decisiones o política en la institución.

Los parámetros lo constituyen coeficientes que interrelacionan las variables en un modelo.

Variables <u>endógenas</u> :	V, C, U, INCR, NART
Variables <u>exógenas</u> :	P, I, Y
<u>Parámetros</u>	a, b, c

### 3.0 MODELOS ECONOMETRICOS

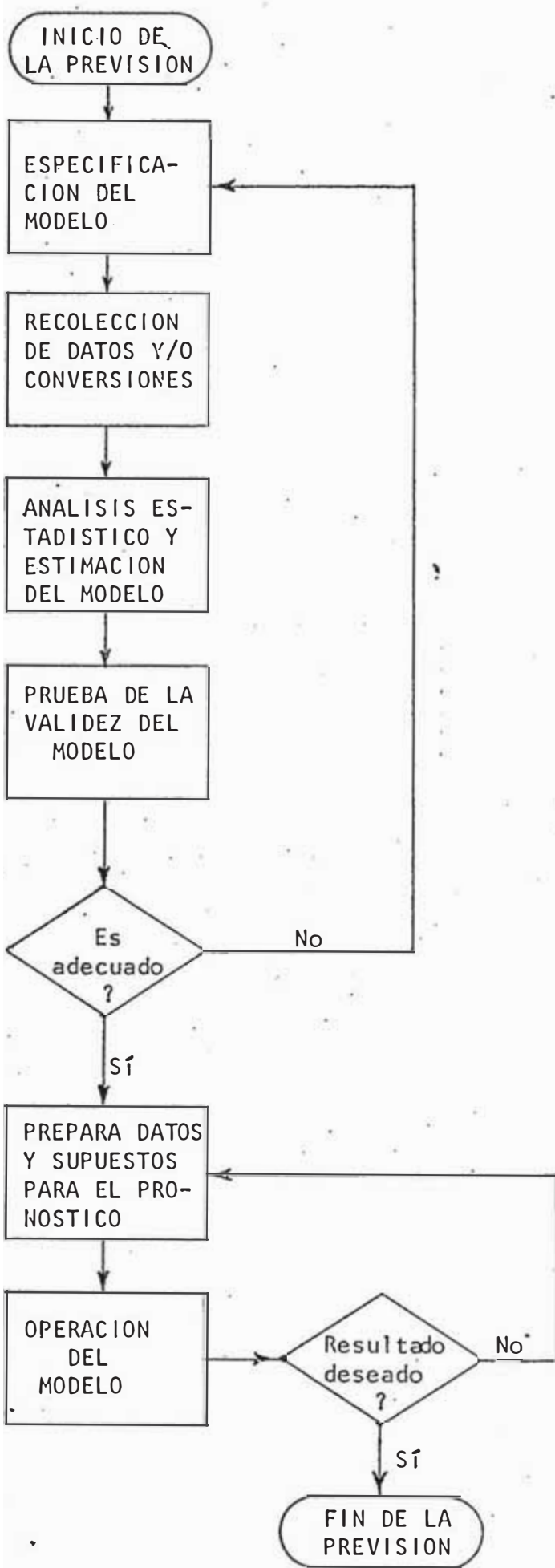
La Econometría es una técnica, donde se emplea la teoría económica, las matemáticas y la inferencia estadística para explicar un fenómeno económico.

La teoría económica permite especificar la interrelación entre las variables, las matemáticas ayuda en representar en ecuaciones estas interrelaciones, y la inferencia estadística aporta en la estimación de los parámetros.

Los modelos econométricos son modelos matemáticos con términos estocásticos, es decir, tienen variables aleatorias en sus relaciones de comportamiento y sus parámetros son estimados mediante las técnicas de la Econometría. En el modelo descrito en 2., la ecuación (c) se especificaría del siguiente modo:

$$NART_t = a + bNART_{t-1} + cY + u$$

donde  $u$  es una variable aleatoria con distribución normal, media igual a cero y una desviación estandar dada.



1

Requiere conocimiento del sistema que se desea especificar. Puede ser :  
 - Modelo Macroeconómico  
 - Modelo de Resultados Económicos.  
 - Modelo de Flujo de Caja  
 - etc.

2

Tomar datos cronológicos para evaluar interrelaciones en su comportamiento futuro. Realizar conversiones si fuera necesario.

3

Aplicar técnicas estadísticas para evaluar la validez de las interrelaciones especificadas en el modelo.

4

Evaluar la capacidad de pronóstico del modelo, comparando resultados reales vs. predichos por el modelo.

5

Preparar los supuestos acerca del comportamiento de las variables exógenas e instrumentales en el modelo para realizar el pronóstico.

6

Realizar el pronóstico con los datos exógenas e instrumentales y el modelo.

FIG. 1 FASES DE UN SISTEMA DE PREVISION CON MODELOS CUANTITATIVOS.

Las ecuaciones a, b, c y d constituyen relaciones de identidad; la ecuación e, es una relación de comportamiento.

#### 4.0 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ECONFORT

Todo el sistema está desarrollado con Programación FORTRAN IV, y se divide en tres partes o programas:

- a) **ECODATA**                      Programa que guarda en un archivo los datos cronológicos de las variables. Permite realizar conversiones a logaritmos y operaciones aritméticas de suma, resta y multiplicación entre variables y guarda los resultados en el mismo archivo.  
  
Al archivo creado, el sistema lo denomina **DATA BANK**.
  
- b) **ECOESTI**                      : Programa que se encarga de realizar la estimación de los parámetros del modelo, por el método de mínimos cuadrados ordinarios y mínimos cuadrados en dos etapas.  
  
Los datos de las variables los toma del **DATA BANK**.
  
- c) **ECOSIMUL**                    : Programa que se encarga de manejar el modelo planteado por el Economista.  
  
Realiza las simulaciones que requiera el usuario.

Más adelante se expone la descripción de cada programa y su uso para la previsión.



Las ecuaciones a, b, c y d constituyen relaciones de identidad; la ecuación e, es una relación de comportamiento.

#### 4.0 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ECONFORT

Todo el sistema está desarrollado con Programación FORTRAN IV, y se divide en tres partes o programas:

- a) ECODATA : Programa que guarda en un archivo los datos cronológicos de las variables. Permite realizar conversiones a logaritmos y operaciones aritméticas de suma, resta y multiplicación entre variables y guarda los resultados en el mismo archivo.
- Al archivo creado, el sistema lo denomina DATA BANK.
- b) ECOESTI : Programa que se encarga de realizar la estimación de los parámetros del modelo, por el método de mínimos cuadrados ordinarios y mínimos cuadrados en dos etapas.
- Los datos de las variables los toma del DATA BANK
- c) ECOSIMUL : Programa que se encarga de manejar el modelo planteado por el Economista.
- Realiza las simulaciones que requiera el usuario.

Más adelante se expone la descripción de cada programa y su uso para la previsión.

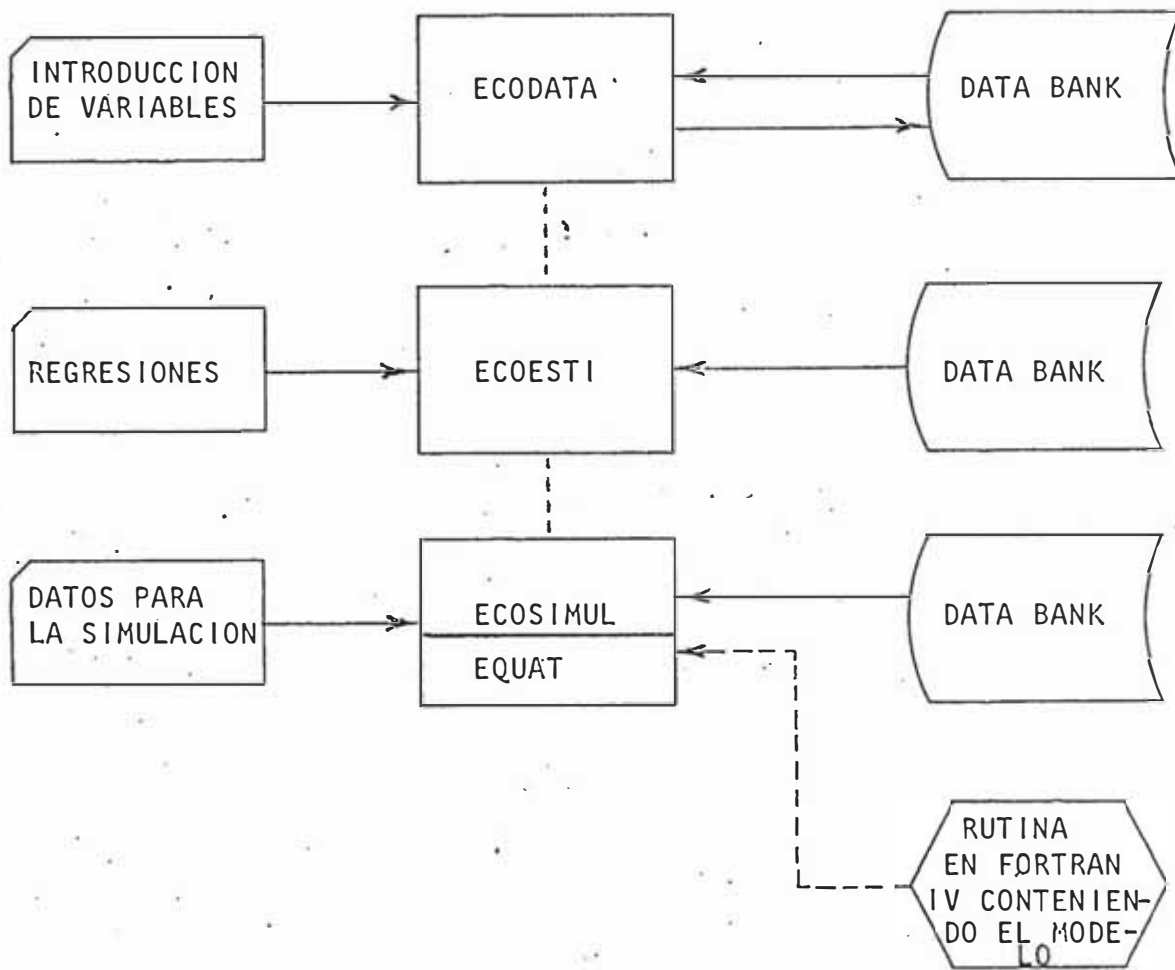


FIG. 2.0 FASES DE ECONFORT

## II EL DATA BANK

### 1. DESCRIPCION

El DATA BANK en el sistema ECONFORT, en un archivo que contiene las variables a ser utilizadas en el análisis económico y financiero por el Economista.

Las variables son un conjunto de observaciones -una por cada período- que constituyen una serie de tiempo. De preferencia todas las variables tienen igual periodicidad y empiezan en el mismo periodo base.

Cada variable tiene un código numérico de identificación, de 1 a 999. Este código sirva para hacer referencia a la variable dentro del sistema ECONFORT.

#### a) Descripción del Archivo DATA BANK

El DATA BANK, es un archivo que contiene 999 registros. Cada registro contiene una variable. En el computador IBM, este archivo es definido como secuencial y puede ser leído como tal, por cualquier programa externo al sistema. En la fig. 1.0 se representa una idea del DATA BANK.

#### b) Descripción de un registro en el archivo DATA BANK

Cada registro tiene capacidad de almacenar 84 observaciones, el nombre de la variable y una clave que indica el número de observaciones que contiene la variable.

La disposición del registro es como sigue:

	<u>BYTES</u>	TIPO DE VARIABLE	<u>CONTENIDO</u>
N	01-04	I *4	Número de observaciones
NAME (5)	05-24	I *4	Nombre de la variable en 20 caracteres
Y (84)	25-360	R * 4	Contiene las observaciones en punto flotante

Cada registro se lee sin formato de control bajo Acceso Directo y los datos están representados a imagen de su almacenamiento en memoria. Una lectura secuencial del archivo con un programa externo sería con "READ (NFILE,1) N, NAME, Y", donde el formato Fortran debe ser "1 FORMAT (60A4,30A4)"

Una lectura con Acceso Directo con un programa externo debe ser "READ (NFILE'CODIGO) N, NAME, Y", donde CODIGO contiene la clave de la variable a leer sus datos.

En la fig. 2.0 se representa un ejemplo de datos en el DATA BANK.

## 2. RESTRICCIONES

El DATA BANK del Sistema ECONFORT es en tamaño, generalmente suficiente para contener los datos de una investigación siempre y cuando cumpla con las siguientes limitaciones:

- No debe contener más de 999 variables
- Cada variable no debe sobrepasar las 84 observaciones.

El ECONFORT no asegura protección de las variables almacenadas, por lo que el usuario debe tener cuidado al distribuir sus códigos. El Sistema considera que una nueva variable puede ocupar el lugar de otra con solo asignarle el mismo código.

DATA BANK

CODIGO CODIGO

CODIGO

1	2	999
N	N	N
Name(1)	Name(1)	Name(1)
Name(5)	Name(5)	Name(5)
Y(1)	Y(1)	Y(1)
Y(84)	Y(84)	Y(84)

FIG. 3.0. - Representación del DATA BANK

CODIGO CODIGO

CODIGO

1	2	999
5	5	
VENTAS BRUTAS	COSTO	
10.0	6.0	
15.0	9.0	
20.0	14.0	
25.0	20.0	
30.0	25.0	
0.0	0.0	

FIG. 4.0. - Ejemplo de almacenamiento de datos en DATA BANK

Sin embargo, estas limitaciones pueden fácilmente ser eliminadas por los usuarios con pequeños cambios en los programas, adaptando así el sistema a sus necesidades.

Estos cambios y su manera de hacerlos se explicarán más adelante en el desarrollo de cada programa.

### III ECODATA

#### 1. DESCRIPCION

Este programa es la base del sistema ECONFORT; todas las variables son introducidas y manipuladas por los usuarios con instrucciones sencillas de manejar y que son interpretadas por ECODATA.

Las instrucciones de ECODATA son las siguientes:

<u>Instrucción</u>	<u>Función a realizar</u>
LEER	Lee datos de una variable para introducirlos al DATA BANK o a una memoria temporal.
SUMÁ	Suma dos variables
REST	Resta dos variables
DIV	Divide dos variables
MULT	Multiplca dos variables
LOGD	Hallar el logaritmo decimal de una variable.
LOGN	Hallar el logaritmo neperiano de una variable
EXPO	Elevar a un exponente entero una variable
LAGG	Introducir valores retrasados a una variable
LIST	Listar variables del DATA BANK

ECODATA tiene una matriz en memoria, para almacenar temporalmente valores de variables que no se desea guardar en el DATA BANK. Al final del proceso estas variables son destruidas.

## TARJETA DE PARAMETROS:

- La primera tarjeta de INPUT para ECODATA, es la tarjeta de parámetros que define el tamaño de la matriz.

Su codificación es la siguiente:

```
COL      1      6  
          NFXXXNCZZZ
```

donde: XXX...número de filas (u observaciones) de la matriz

ZZZ...número de columnas (ó variables) de la matriz



## 2. INTRODUCCION DE VARIABLES AL DATA BANK

Para cada variable se requieren dos grupos de tarjetas

- 1er grupo :                                   1 tarjeta de instrucción
- 2do grupo :                                   1 o más tarjetas de datos para la variable

### a) Instrucción: LEER

<u>Columnas</u>	Contenido del Campo	Descripción
01-04	INSTRUCCION	LEER
06-25	NOMBRE DE LA VARIABLE	De 1 a 20 caracteres
26-27	SUBCODIGO	'DK'- variable del DATA BANK ó  'MM'- variable de matriz en memoria
28-30	CODIGO	Código de la variable a leer
33-35	DATO INICIAL	Indica a partir de qué observación se almace- narán los datos  - Si es cero o 1, es variable nueva.  - Si es mayor que 1, indica que se van a agregar datos a una variable ya creada anteriormente
38-40	DATO FINAL	Indica hasta que obser- vación se almacenarán los datos
41-60	FORMAT	(Opcional)  Formato Fortran  - Si no es especifica- do se asume:  FORMAT(10X,7F10.0)

NOTA: el número de datos que vendrá en el segundo grupo de tarjetas es igual a FIN DATOS-INICIO DATOS + 1

b) Introducción de Datos:

Se utiliza el formato especificado en la instrucción, o el standard del sistema (10X,7F10.0), en cada tarjeta se codifican 7 datos:

Se utilizan tantas tarjetas como sean necesarias para todos los datos

FORMAT STANDARD: (10X,7F10.0)

Columnas

11-20	DATO 1
21-30	DATO 2
31-40	DATO 3
41-50	DATO 4
51-60	DATO 5
61-70	DATO 6
71-80	DATO 7

Nota: Si los datos llevan punto decimal, pueden codificarse en la columna inicial de cada campo. De lo contrario, deben ir junto a la última columna de cada campo. Si se requiere más tarjetas, se continúa con el mismo orden descrito.

### 3. OPERACIONES ARITMETICAS ENTRE VARIABLES DEL DATA BANK

Cada operación entre 2 variables requiere una tarjeta de instrucción.

INSTRUCCIONES: SUM, REST, MULT, DIV.

01-04	INSTRUCCION	SUM, REST, MULT, DIV.
06-25	NOMBRE DE LA VARIABLE RESULT.	De 1 a 20 caracteres
26-27	SUBCODIGO	'DK'--Variable del DATA BANK ó
31-32		'MM'--Variable de la matriz en
36-37		memoria
28-30	CODIGO 1	Código de la variable resultado
33-35	CODIGO 2	Código de la variable del primer operando: <ul style="list-style-type: none"><li>- Primer sumando</li><li>- Minuendo</li><li>- Multiplicando</li><li>- Dividendo</li></ul>
38-40	CODIGO 3	Código de la variable del segundo operando: <ul style="list-style-type: none"><li>- Segundo sumando</li><li>- sustraendo</li><li>- multiplicador</li><li>- divisor</li></ul>

#### 4. CONVERSIONES A VARIABLES EN LOGARITMOS

Por cada variable a convertir a logaritmo, se requiere una tarjeta de instrucción.

##### INSTRUCCIONES: LOGD, LOGN

<u>Columnas</u>	Contenido del Campo	Descripción
01-04	INSTRUCCION	LOGD, LOGN
06-25	NOMBRE DE LA VARIABLE RESULTANTE	De 1 a 20 caracteres
26-27 31-32	SUBCODIGO	'DK'--Variable del DATA BANK o 'MM'--Variable de Matriz en memoria
28-30	CODIGO 1	¡Código de la Variable resultante, en logaritmos.
33-35	CODIGO 2	¡Código de la Variable a ser transformada en logaritmo.

## 5. ELEVACION A UN EXPONENTE ENTERO DE UNA VARIABLE

Se requiere una tarjeta por cada variable

### INSTRUCCION : EXPO

<u>Columnas</u>	Contenido del Campo	Descripción
01-04	INSTRUCCION	EXPO
06-25	NOMBRE DE LA VARIABLE RESULTANTE	De 1 a 20 caracteres
26-27 31-32	SUBCODIGO	'DK'-Variable del DATA BANK  'MM'-Variable de Matriz en memoria
28-30	CODIGO 1	Código de la Variable resultante
33-35	CODIGO 2	Código de la variable que se eleva al exponente que se indica
38-40	EXPO ENTERO	El exponente entero al que se elevará la variable de CODIGO 2

## 6. CREACION DE VARIABLE CON RETRASOS

Se requiere 2 grupos de tarjetas:

- 1er grupo: 1 tarjeta de instrucción
- 2do grupo: 1 o más tarjetas de datos con los retrasos

### a) INSTRUCCION: LAGG

Columnas	Contenido del Campo	Descripción
01-04	INSTRUCCION	LAGG
28-30	NVARS	Número de variables, a las que se desea introducir
33-35	NLAGS	Número de retrasos a introducir en cada variable - máximo número de retrasos o datos, es 5.

### b) INTRODUCCION DE LOS RETRASOS

Por cada variable se utiliza una tarjeta, y se codifican los datos de acuerdo al siguiente formato:

Columnas	Contenido del Campo	Descripción
01-20	NOMBRE DE LA VARIABLE RESULTADO	De 1 a 20 caracteres
21-22 26-27	SUBCODIGO	'DK' ó 'MM'
23-25	CODIGO 1	Código de la variable resultante
28-30	CODIGO 2	Código de la variable base para formar la variable retrasada
31-40 41-50 51-60 61-70 71-80	DATO	Datos de períodos retrasados para crear la variable con retrasos. El orden es del más antiguo hasta el período anterior de la primer observación de la variable base.

El formato Fortran es:

FORMAT (5F10.0)

## 7. LISTADO DE VARIABLES DEL DATA BANK

. Se requiere una sola tarjeta para listar un grupo de variables

### INSTRUCCION : LIST

Columnas	Contenido del Campo	Descripción
01-04	INSTRUCCION	LIST
28-30	OBSVS	Número de observaciones a listar por cada variable
33-35	INICIO	Código de variable, desde la cual se desea listar.
38-40	FIN	Código de variable, hasta la cual se desea listar.

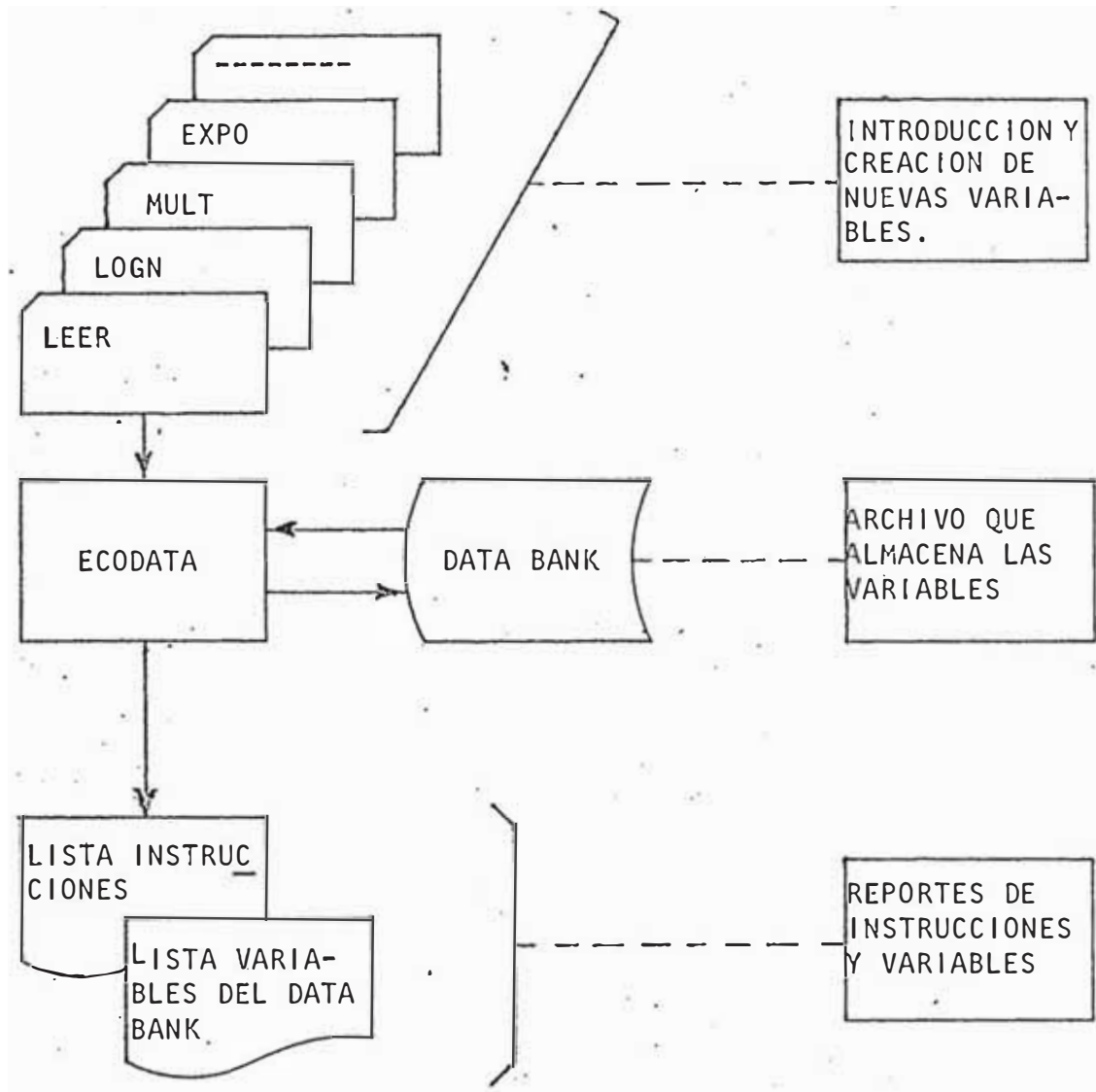


FIG. 5.0 INPUT Y OUTPUT DE ECODATA.



## 8. ADICION DE NUEVAS FUNCIONES A ECODATA

### a) NOMBRE DE INSTRUCCIONES

- Los nombre de las instrucciones deben tener de 1 a 4 caracteres alfanuméricos
- Una vez definido el nombre de la instrucción, se modifica el programa FORTRAN en los siguientes puntos:

#### VARIABLE

OPER            1-Modificar en el DIMENSION su tamaño, de acuerdo al número de instrucciones

                  2-Modificar el DATA, adicionando las nuevas instrucciones.

NOPER            1-Modificar de acuerdo al nuevo número de instrucciones.

### b) EJECUCION DE LA INSTRUCCION

La nueva instrucción tiene un código secuencial, según el orden que ocupa en el DATA Statement. El seguimiento del programa a ser ejecutado para esta instrucción, es comunicado mediante el GOTO computado del FORTRAN en el siguiente statement del programa:

```
103            DO    50   L = 1, NOPER
                  IF (OPERA.EQ.OPER (L)) GOTO (150,111,....), L
                  50            CONTINUE
```

Por cada nueva instrucción, debe añadirse un número de statement a ejecutarse mediante el GOTO

c) CAMPOS PRE-DEFINIDOS PARA CADA INSTRUCCION:

La codificación para cada instrucción es predefinida y tiene para su utilización los siguientes campos:

<u>Columna</u>	<u>Fortran Variable</u>	Tipo	INPUT FORMAT	Utiliz. Generalmente para definir
01-04	OPERA	R*4	A4	Nombre de la instrucción
06-25	YL(5)	R*4	5A4	Nombre de las variables
26-27	A	R*4	A2	'DK' ó 'MM'
28-30	VAR	I*4	I3	Código de variable resultante
31-32	A1	R*4	A2	'DK' ó 'MM'
33-35	VAR 1	I*4	I3	Código de variable ú otro
36-37	A2	R*4	A2	'DK' ó 'MM'
38-40	VAR 2	I*4	I3	Código de variable ú otro
41-60	V (5)	R*4	5A4	FORMAT FORTRAN ú otra
77-80	IDENT	I*4	A4	Número de identificación

Ejemplo: Si el usuario desea agregar instrucciones para funciones trigonómicas puede utilizarlo del siguiente modo:

COL	1	6	26	31
	SENO	SIN DE VAR X	DK018	DK008
	COS	COS DE VAR X	DK019	DK008
	TANG	TAN DE VAR X	DK020	DK008

9. APLICACIONES DE ECODATA: Un Modelo Macroeconómico simple para el Perú (Modelo ejemplo).

ECODATA puede ser utilizado para múltiples fines en la medida que se le incrementen nuevas funciones a realizar. Para el presente desarrollo de ECODATA, se muestra a continuación su uso en la primera parte de un sistema de previsión con modelos: La búsqueda de datos, recolección y almacenamiento en el DATA BANK.

Definamos un simple modelo econométrico para el Perú:

$$C_p = a_0 + a_1 YD + u_1 \quad (\text{función Consumo Privado})$$

$$PNB = C + I + E - M \quad (\text{Identidad del PNB})$$

$$C = C_p + C_g \quad (\text{Identidad del Consumo Total})$$

$$M = b_0 + b_1 C + b_2 I + u_2 \quad (\text{función de Importaciones})$$

$$YD = PNB - T \quad (\text{Identidad del Ingreso disponible})$$

Las variables endógenas de este modelo lo constituyen:

$$C_p, PNB, C, M, YD$$

Las variables exógenas del modelo son:

$$T, I, C_g, E$$

Las variables descritas contienen lo siguiente:

$C_p$	=	Consumo privado
PNB	=	Producto Nacional Bruto
C	=	Consumo Total
M	=	Importaciones Totales

YD	=	Ingreso Disponible
T	=	Total Tributos
I	=	Inversión Total
C <sub>g</sub>	=	Consumo del Gobierno
E	=	Exportaciones Totales

En el Anexo 1, se muestra la codificación de los datos del modelo macroeconómico así como conversiones a logaritmos, introducción de retrasos y listado de las variables.

En el Anexo 2, se muestra el Output de ECODATA para los datos del modelo expuesto

En el Anexo 3, se incluye, el programa fuente de ECODATA, para los usuarios potenciales y adaptación a sus instalaciones IBM.

# DATOS PARA EL MODELO MACROECONÓMICO

Períodos Anuales (1966-1972)

AÑO /	PNB	CP	CG	I	E.	M	T
1966	134.0	96.7	14.8	27.5	24.3	29.3	24.3
1967	152.8	113.5	16.7	31.0	27.5	35.9	27.8
1968	181.2	137.7	19.4	25.8	38.4	40.1	33.5
1969	204.1	154.2	20.9	27.9	41.6	40.5	39.3
1970	237.3	175.4	24.4	31.0	48.4	42.7	45.4
1971	262.5	194.8	27.8	39.6	42.8	42.5	48.8
1972	292.2	218.1	32.4	41.8	46.0	46.1	55.3

FUENTE: Cuentas Nacionales. Banco Central de Reserva.

#### IV. ECOESTI

##### 1. DESCRIPCIÓN

Este programa facilita la estimación de los parámetros de un modelo uniecuacional o multiecuacional por dos métodos:

Mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y mínimos cuadrados en dos etapas (MCB).

La opción para seleccionar uno u otro método, depende de los parámetros codificados en una tarjeta de regresión y en la tarjeta inicial para el programa.

Los datos de las variables para las regresiones son tomados del DATA BANK. Los códigos de cada variable, se codifican en las tarjetas de regresión, las cuales seleccionan a las variables independientes y a la dependiente.

En este sistema, por cada regresión se utiliza una tarjeta para seleccionar a las variables correspondientes.

##### 2. REGRESIONES MULTIPLES POR MINIMOS CUADRADOS ORDINARIOS

En la estimación de modelos econométricos se utiliza la Regresión Lineal Normal, la que utiliza las siguientes hipótesis:

- (4.1) a)  $E(U) = 0$   
b)  $E(UU') = \sigma^2 I$   
c) X es una matriz de orden  $n \times k$ , de valores fijos.  
d) X es de rango  $K < N$   
e) U es  $N(0, \sigma^2 I_n)$   
f) B es  $N\left[B, \sigma^2 (X'X)^{-1}\right]$

El modelo lineal general se puede especificar del siguiente modo:

$$(4.2) \quad Y_i = b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_k x_{ik} + u_i$$

donde:

$Y_i$  = variable dependiente

$x_i$  = variable independiente  $i$

$u_i$  = perturbación

En términos matriciales, podemos representar el modelo como

$$(4.3) \quad Y = XB + U$$

Comúnmente podemos llamar a  $Y$  como la variable dependiente y a las  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) como las variables independientes.

El problema de la relación (4.3), es calcular un estimado de los coeficientes  $B$ , y evaluar estadísticamente si todas y/o cada una de las variables independientes afecta linealmente a la variable dependiente especificada.

### FORMULAS UTILIZADAS POR EL PROGRAMA

Estimación de los coeficientes  $B$

El modelo en forma matricial se representa como:

$$(4.4) \quad \begin{bmatrix} Y \\ Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{12} & \dots & X_{1k} \\ 1 & X_{22} & \dots & X_{2k} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ 1 & X_{n2} & \dots & X_{nk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ b_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U \\ u_1 \\ u_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ u_n \end{bmatrix}$$

El estimador mínimo cuadrático de B es computado como

$$(4.5) \quad \hat{B} = (X'X)^{-1} X'Y, \text{ donde } \hat{B} \text{ es el estimador de } B$$

Las perturbaciones U son estimadas mediante el siguiente cálculo:

$$(4.6) \quad E = Y - X\hat{B}, \text{ donde } E \text{ es el estimador de } U$$

El modelo estimado, es equivalente a la relación (4.6)

$$(4.7) \quad Y = X\hat{B} + E$$

El valor de Y calculado de la regresión es:

$$\hat{Y} = X\hat{B}, \text{ por lo que se puede deducir de (4.6) que}$$
$$E = Y - \hat{Y}$$

#### CALCULOS ESTADISTICOS PARA LA REGRESION

Las varianzas y covarianzas de las  $\hat{B}$

$$(4.8) \quad \text{var. } (\hat{B}) = G^2 (X'X)^{-1}$$

$G^2$  es estimado mediante el estimador insesgado  $S^2$

$$(4.9) \quad S^2 = E'E / (n-k)$$

La desviación estandar de los errores se obtiene de

$$(4.10) \quad S = \sqrt{S^2}$$

Para fines computacionales, el programa también calcula las variaciones:

$$(4.11) \quad S_0 = \text{variación total} = \sum (Y_i - \bar{Y})^2$$

$$(4.12) \quad S_1 = \text{variación explicada} = \sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$



$$(4.13) \quad S_2 = \text{variación no explicada} = \sum (\hat{Y}_i - Y_i)^2$$

donde por definición:

$$(4.14) \quad S_0 = S_1 + S_2$$

El coeficiente de determinación  $R^2$  se calcula con:

$$(4.15) \quad R^2 = S_1/S_0$$

El coeficiente de correlación múltiple  $R$  resulta de

$$(4.16) \quad R = \sqrt{R^2}$$

La verificación de cada  $b_1 = 0$ , se basa en la prueba 't', la cual se computa del siguiente modo:

$$(4.17) \quad t_i = b_i / S \sqrt{a_{ii}}, \quad i = 1, 2, \dots, k.$$

$a_{ii}$  es un elemento de la matriz  $A = (X'X)^{-1}$

Para verificar  $b_1 = b_2 = \dots = b_k = 0$  se utiliza el test 'F':

$$(4.18) \quad F = \frac{R^2 / (k-1)}{(1-R^2) / (n-k)}$$

El programa reporta el test de autocorrelación de DURBIN-WATSON, el cual evalúa si existe una autocorrelación lineal del primer orden entre los términos de error. Es decir, verifica si  $e_i$  es linealmente dependiente de  $e_{i-1}$ , en el siguiente modo:

$$(4.19) \quad e_i = a_* e_{i-1} + u_i, \quad i = 2, 3, \dots, n$$

donde  $a_*$  es llamado el coeficiente de autocorrelación y  $u_i$  es un término de error.

El cálculo del estadístico DW (Durbin-Watson) para el test descrito es como sigue:

$$(4.20) \quad DW = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

Coeficientes de correlación entre las variables independientes:

El programa reporta al usuario los coeficientes de correlación calculados por la siguiente fórmula:

$$(4.21) \quad R_{ij} = \frac{n \sum x_i x_j - \sum x_i \sum x_j}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum x_j^2 - (\sum x_j)^2}}$$

$$i = 1, 2, \dots, k$$

$$j = 1, 2, \dots, k \quad \text{para todo } i \neq j$$

Coeficientes de correlación de la variable dependiente versus cada variable independiente:

$$(4.22) \quad R_{yx_i} = \frac{n \sum x_i y - \sum x_i \sum y}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

$$i = 1, 2, \dots, k$$

#### 4: REGRESIONES NO LINEALES

Algunas veces, se pueden especificar relaciones no lineales entre las variables. Ejemplo de estas relaciones se dan a continuación:

a) Doble logarítmica

$$\ln y = b_1 + b_2 \ln x + \ln u$$

b) Logarítmica en la variable dependiente

$$\ln y = b_1 + b_2 x + u$$

c) Logarítmica en la variable independiente

$$y = b_1 + b_2 \ln x + \ln u$$

d) Cuadrática simple

$$y = b_1 + b_2 x + b_3 x^2 + u$$

e) Cuadrática de dos variables

$$y = b_1 + b_2 x + b_3 x^2 + b_4 z + b_5 z^2 + u$$

f) Hiperbólica

$$y = b_1 - b_2 1/x + u$$

g) Variables independientes compuestas

$$y = b_1 + b_2 x/z + u$$

$$y = b_1 + b_2 xz + u$$

Todas las relaciones expuestas pueden ser resueltas por el programa ECOESTI, haciendo previamente las transformaciones de las variables con el programa ECODATA.

Para las variables logarítmicas, es conveniente utilizar la conversión a logaritmos neperianos (base e), para facilitar la obtención de las elasticidades.

## ADAPTACION DE LAS VARIABLES

i) Doble logarítmica

$$y_1 = \ln y \quad x_2 = \ln x \quad u_1 = \ln u$$

$$y_1 = b_1 + b_2 x_2 + u_1$$

La elasticidad de  $y$  con respecto a  $x$  es  $b_2$

ii) Logarítmica en la variable dependiente

$$y_1 = \ln y$$

$$y_1 = b_1 + b_2 x + u$$

La elasticidad de  $y$  con respecto a  $x$  está dada por  $b_2 x$ .

Un valor estimado promedio de ésta elasticidad se puede obtener con

$$b_2 \bar{x}$$

iii) Logarítmica en la variable independiente

$$x_2 = \ln x \quad u_1 = \ln u$$

$$y = b_1 + b_2 x_2 + u_1$$

La elasticidad de  $y$  con respecto a  $x$ , viene dado por  $b_2 1/y$

El valor estimado promedio de esta elasticidad se obtiene con  $b_2 / \bar{y}$

iv) Cuadrática simple

$$x_3 = x^2$$

$$y = b_1 + b_2 x + x_3 + u$$

v) Cuadrática de dos variables

$$x_3 = x^2, \quad x_5 = z^2$$

$$y = b_1 + b_2 x + b_3 x_3 + b_4 z + b_5 x_5 + u$$

vi) Hiperbólica

$$x_2 = 1/x$$

$$y = b_1 + b_2 x_2 = u$$

vii) Variables independientes compuestas

a)  $x_2 = x/z$

$$y = b_1 + b_2 x_2 + u$$

b)  $x_2 = xz$

$$y = b_1 + b_2 x_2 + u$$

## 5. CODIFICACION DE DATOS PARA ECOESTI

Se utilizan tres grupos de tarjetas:

1er grupo: tarjeta inicial de parámetros, para el programa

2do grupo: tarjeta(s) de variables predeterminadas (opcional), si la opción ha sido especificada en la tarjeta inicial

3er grupo: tarjetas de selección de variables para las regresiones. Una tarjeta por cada regresión.

### a) TARJETA INICIAL DE PARAMÉTROS PARA EL PROGRAMA

<u>Columnas</u>	<u>Contenido</u>	Descripción
01-05	N	Número de observaciones a utilizar por cada variable en las regresiones.
06-10	NP	Número de variables predeterminadas para el modelo a estimar, si se desea método de los M.C.B.  Si es 0 no se empleará M.C.B.  Si es $\geq 0$ si empleará M.C.B. en las regresiones que pida la opción.
16-20	MAX	Máximo número de variables independientes que se espera utilizar en una regresión
21-25	CORR	Opción para solicitar coeficientes de correlación de un grupo de variables. Reemplaza al 2do grupo de tarjetas, y en vez de especificar variables predeterminadas, se especifican las variables deseadas, cuyo número se especifica en NP.

Nota: Con la tarjeta inicial, el programa calcula sus requerimientos de memoria que se necesita.

10. FORMATO DE LAS TARJETAS DE REGRESIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS

10.1. FORMATO DE LAS TARJETAS DE REGRESIÓN

10.1.1. Formato de las tarjetas de datos en el sistema formato - formato

FORMAT (9, 1 3)

Cada 3 columnas se especifica una variable. En cada tarjeta se especifica siempre a la tercera columna, en 26 variables por tarjeta, y se utilizarán tantas tarjetas como sea necesario.

<u>Columnas</u>	<u>Contenido</u>
01-03	1ra variable
04-06	2da variable
...	...
74-76	26ava variable

Si se especifica la opción de M, C, E, el número de variables a utilizar en cada tarjeta debe ser menor que el número de observaciones de cada variable.

10.2. TARJETAS DE SELECCIÓN PARA LAS REGRESIONES

<u>Columnas</u>	<u>Contenido</u>	<u>Descripción</u>
01-02	INDI	Códigos de las tarjetas de selección.
03-04	IND	Número de variable. 8 para los clientes.
05-09	OP	Opción de 0 - Regresión por M, C, E Regresión por IA, C, E si $R^2 > 0$ y $CORR > 0$
10-12 13-15	...	Códigos de las variables y selección de las mismas para la regresión.

16-18

19-21

.

.

76-78

Si es necesario, se continúa en la siguiente tarjeta con el formato Fortran: FORMAT (26I3)

Nota: No hay límite para la especificación del número de regresiones. En la misma corrida del programa pueden ir juntas las tarjetas que soliciten la opción de MCO y MCB.



## V. ECOSIMUL

### 1. SIMULACION Y PREVISION CON MODELOS

Se ha definido al comienzo del trabajo que un modelo matemático representa el funcionamiento del todo o una parte de un sistema real (económico y/o financiero) en términos de relaciones matemáticas.

La simulación, es la operación de un modelo con la finalidad de experimentar sucesos u ocurrencias, que permitan inferir sus resultados o propiedades sobre el sistema real.

La técnica de la simulación es conveniente cuando no sea posible probar en el sistema real, por el factor tiempo, porque es imposible hacer una prueba sin alterar el sistema real, por el costo generalmente alto en que se incurre y/o por las múltiples alternativas que se desean evaluar para tomar una decisión.

La simulación constituye una herramienta muy útil para la previsión, principalmente por la posibilidad de evaluar alternativas en un Sistema Económico y Financiero.

En la medida que el modelo describa con bastante aproximación el sistema real, la evaluación de alternativas asegura una toma de decisiones con mayor probabilidad de obtener los resultados deseados y logrados con la simulación del modelo.

### 2. DESCRIPCION DE ECOSIMUL

El ECOSIMUL es un programa master hecho en FORTRAN IV, con la finalidad de realizar simulaciones con modelos matemáticos de Sistemas Económicos y Financieros.

El manejo de este programa es muy sencillo, las relaciones matemáticas del modelo se expresan en forma de ecuaciones en el lenguaje FORTRAN IV, que es

idóneo para este tipo de trabajos. Todas las relaciones se incluyen en un sub-programa FORTRAN IV que se llama EQUAT. Este será manejado por el programa master ECOSIMUL para solucionar el modelo mediante un sistema iterativo de aproximación.

La impresión de los resultados es a gusto del usuario, quien puede especificar el orden de las variables que se desea imprimir y separarlos con subtítulos y rayados.

#### MODULOS DE ECOSIMUL:

MAIN	(PROGRAMA PRINCIPAL)	<p>Se encarga de manejar el modelo del usuario que está descrito en el sub-programa EQUAT.</p> <p>Así mismo, se encarga de la alimentación de los datos para solucionar el modelo y para interpretar las instrucciones de diseño de reportes.</p>
NEWPAGE	(SUB-PROGRAMA)	<p>Para impresión de títulos y control de páginas.</p>
CHECK	(SUB-PROGRAMA)	<p>Tiene a su cargo el chequeo de la solución del modelo luego de cada iteración. Si el modelo aún no ha sido solucionado, continúa la ejecución.</p> <p>Por cada período, el programa tiene un máximo de 40 iteraciones.</p>
LRAYA	(SUB-PROGRAMA)	<p>Calcula el tamaño de cada título o subtítulo para la impresión de sub-rayas.</p>
ORDEN	(SUB-PROGRAMA)	<p>Imprime las variables para el modelo, de acuerdo al orden numérico ascendente que se les ha dado, para su chequeo visual por el usuario.</p>
EQUAT	(SUB-PROGRAMA)	<p>Esta rutina es proporcionada por el usuario, y aquí se representan las relaciones del modelo, en escritura FORTRAN IV.</p> <p>( Ver Anexos de Ejemplo )</p>

El usuario si lo desea, puede elaborar subrutinas (SUB- PROGRAMAS o FUNCTION) que sean llamadas en EQUAT, para realizar cálculos que se repiten, o llamadas a sub-rutinas generadoras de variables aleatorias. En este caso sería conveniente que el usuario tenga disponible un manual de FORTRAN IV.

## METODOLOGIA PARA SOLUCIONAR EL MODELO

- a) El programa comienza a resolver el sistema, tomando como valor inicial de las variables endógenas para cada período, el valor obtenido en el período anterior. Para el primer período se utiliza el valor del período base.
- b) El programa resuelve cada ecuación de acuerdo al orden en que se ha codificado en el sub-programa EQUAT.
- c) Después de ejecutar la última sentencia en EQUAT, el programa pasa el control al sub-programa CHECK para evaluar si la solución ha satisfecho el nivel de tolerancia.

Si por lo menos una variable endógena no ha satisfecho la condición, el programa obtiene una aproximación para la próxima iteración utilizando la diferencia entre el valor calculado en la iteración ITER y la iteración ITER-1 para todas las variables endógenas. De aquí regresa al paso (b) hasta que se satisfaga la condición descrita. Si al llegar al máximo de iteraciones, no se ha resuelto el sistema con el mínimo de tolerancia, el programa da un mensaje y continua al próximo período, es decir vuelve hacia (a) y así sucesivamente hasta completar todos los períodos indicados en las tarjetas de parámetros del modelo.

Sea  $y_m$ , la  $m$ -ésima variable endógena del modelo ( $m=1, 2, \dots, M$ );

al final de la  $k$ -ésima iteración, tendremos  $y_m^k$ ; el sistema lo consideramos resuelto en la iteración  $k$ , si todas las variables endógenas cumplen la siguiente restricción:

$$\left| \frac{y_m^k - y_m^{k-1}}{y_m^k} \right|$$

es menor que  $\alpha_*$  (nivel de tolerancia)  
 (para toda  $m = 1, 2, \dots, M$ )

En este programa  $\alpha_* = 0.0001$

Si no se cumple la condición, al menos para una variable, se obtiene una nueva  $y_m^k$  para todas las variables endógenas:

$$y_m^k = y_m^{k-1} + b_* (y_m^k - y_m^{k-1})$$

, donde  $b_*$  es el coeficiente de ponderación

para las aproximaciones, y es factible de ser elegido por el usuario (de 0.1 a 0.9). Si no es especificado en la tarjeta de parámetro, se asume  $b_* = 1.0$

### 3. ENTRADA DE DATOS PARA ECOSIMUL

#### 3.1 Parámetros para el Programa

Al programa hay que alimentarlo inicialmente con datos descriptivos del modelo. Estos parámetros emplean 3 tarjetas.

<u>Tarjeta</u>	<u>Columna</u>	
1	01-80	TITULO DEL MODELO
2	01-02	NUMERO DE PERIODOS A SIMULAR MAXIMO: 20
2	03-06	PERIODO BASE PARA LA CORRIDA
2	07-08	DATO INICIAL A TOMAR DE CADA VARIABLE DEL DATA BANK PARA FORMAR EL PERIODO BASE
2	10	PONDERACION PARA EL VALOR HALLADO EN CADA ITERACION. Si es ignorado, se asume 1.0
3	01-56	SUBTITULO o COMENTARIO DE LA CORRIDA 1

### 3.2 Codificación de Datos para Definición de Variables

Para codificar a las variables previamente se les asigna un número de identificación, cuyo valor puede estar entre 1 a 200. Es decir, hay un límite de 200 variables para el modelo.

Cada variable necesita una tarjeta para ser definida, y opcionalmente tarjetas adicionales si los datos de las variables predeterminadas (exógenas y/o endógenas retrasadas) lo requieren.

#### a) Tarjetas de Definición de Variables

<u>Columnas</u>	<u>Descripción del Contenido</u>
01-08	Abreviatura del nombre de la variable (opcional)
11-30	Definición o nombre completo de la variable (como se desea que salga en los reportes). Si no es codificado, se tomará del DATA BANK, si es especificado el código del registro correspondiente.
32	Tipo de variable en el modelo 'Y' variable endógena 'Z' variable endógena retrasada 'X' variable exógena 'C' constante o coeficiente en el modelo
33-35	Número de variable en el modelo.
37-39	Variable relacionada (si el tipo de variable es 'Z') Es el número de variable endógena de la cual es retraso.
40	Número de períodos de retraso de la variable con respecto a la variable relacionada en el modelo. Máximo es 9.
41-50	Dato de la variable para el período base. Es utilizado como valor inicial en la solución del modelo.
51	Define forma de entrada para las variables exógenas. 'R' - repetir el valor inicial del período base para todos los períodos a simular.

'T' - crear un valor para cada período a simular, utilizando una tasa de incremento sobre el valor inicial del período base.

' ' - (blanco) los datos para esta variable exógena viene a continuación en otra(s) tarjeta(s) con el siguiente formato FORTRAN:

FORMAT (8F10.0)

o serán tomados del DATA BANK.

Si es especificado el código del registro de esta variable en el DATA BANK, el valor inicial del período base y el resto de datos (según la opción), serán tomados del DATA BANK y se ignorará el contenido de las columnas (41-50).

- 52-52 Si la opción de la variable exógena es 'T', este campo contiene la tasa de incremento a aplicar sobre el valor inicial.
- 56-60 Porcentaje del período base tomado como valor inicial. Esto es en el caso de que por alguna razón el dato se haya tomado sólo a partir de una fecha determinada dentro del período base.
- Ejemplo: si la información que se posee del período base es del último trimestre (en el caso de 1 año), este campo contendrá 0.25. En el caso del 2do. trimestre contendrá 0.50, y así sucesivamente.
- 63-65 Código de registro de la variable en el DATA BANK. Si la variable es endógena y no se especifica este campo, el valor inicial deberá venir en las columnas (41-50).
- Si la variable es exógena y no es especificado el código de registro, los datos deberán venir en tarjetas. El número de datos será igual al número de períodos a simular.
- Si la variable es endógena retrasada y no es especificado este campo, los datos deberán venir en tarjetas. El número de datos será igual al número de períodos de retraso con respecto a su variable relacionada.

#### b) Tarjeta de Fin de Definición de Variables

Después de definir todas las variables, se debe codificar una tarjeta indicadora de FIN DE DATOS DE VARIABLES.

## Columnas

```
01-08          '*FDATA'  
  
COL    1  
      |  
      '*FDATA'
```

### 3.3 Diseño de Impresión de Resultados

El usuario tiene la facilidad de definir los resultados que desea imprimir. Para esto, el programa interpreta instrucciones que son fáciles de codificar por los usuarios.

Codificación general de una Instrucción:

```
Columna    1          12          16          47          71  
           |          |          |          |          |  
           AAAAAAAAA  NN        ZZZ..... Z..... Z
```

donde AAAAAAAAA es cualquiera de las siguientes instrucciones:

- \*PAGIN                      Indica empezar en una nueva página
- \*TITULO                     Indica poner título que viene en columnas (16-71)  
                             NN mayor que cero indica subrayar el título
- \*SUBTIT                     Indica poner sub-título que viene en columnas (16-47)  
                             NN mayor que cero indica subrayar el sub-título.
- \*RAYA                       Indica poner una línea de rayas a lo largo de todo el renglón
- \*SALTO                      Indica saltar NN renglones
- \*PRINT                      Indica impresión de NN variables

A continuación en otra tarjeta se define los números de variables que se desea imprimir. La lectura de estas variables se realiza con el siguiente formato FORTRAN:

FORMAT (2I3)

Cada 3 columnas se codifica el número de cada variable junto a la última columna.

- \*FPRINT                    Indica final de las instrucciones de diseño de impresión de resultados.

### 3.4 Simulaciones con cambios en los datos del Modelo

El programa ECOSIMUL da opción a realizar corridas del modelo, cambiando cada vez los datos que se introdujeron inicialmente.

Para usar esta facilidad se utiliza la instrucción '\*SIMUL' para indicar una nueva simulación del modelo con cambio de datos.

La codificación de esta instrucción es como sigue:

#### Columnas

01-06	' *SIMUL'
16-71	TITULO DE LA NUEVA CORRIDA

Después de esta tarjeta de instrucción, se introducen los datos a cambiar de acuerdo al formato descrito para las tarjetas de definición de variables en 3.2 (a). Al final de estas tarjetas de definición de variables, se codifica otra vez la instrucción '\*FDATA' de acuerdo al formato ya descrito.

Si se desea otra corrida con cambios, se codifica otra instrucción '\*SIMUL' luego las tarjetas de definición de variables y así sucesivamente. No hay límite para el número de corridas con instrucciones '\*SIMUL'.

La impresión de los resultados se hará de acuerdo a lo diseñado en la primera corrida, y se hace estándar para todas las instrucciones '\*SIMUL'

### 3.5 Final del Proceso

Para indicar que el proceso ha terminado, se utiliza la instrucción '\*STOP'.

La codificación se realiza en las columnas 1 - 5

#### Columnas

01-05	' *STOP'
-------	----------



#### 4. CODIFICACION DEL MODELO EN EL SUBPROGRAM EQUAT

El modelo del usuario se puede expresar en la simbología del lenguaje FORTRAN IV, que es apto para este tipo de trabajos.

Las reglas a seguir para codificar el modelo son:

- a) Cada variable será referida con el número de variable asignado en la entrada de datos (definición de variables)
- b) Las relaciones matemáticas serán expresadas de igual manera que en el modelo, utilizándose la siguiente simbología:

**	exponenciación	$A^{**}B$	eleva A a la potencia B
*	Multipliación	$A * B$	multiplica A por B
/	División	$A / B$	divide A entre B
+	Suma	$A + B$	suma A más B
	Resta	$A - B$	resta A menos B

- c) Utilizar paréntesis para cuando se requiera ejecución de operaciones que son previas o prioritarias.
- d) Seguir las normas de codificación del FORTRAN IV:
  - Las instrucciones en FORTRAN IV se escriben a partir de la columna 7 hasta la columna 72 de las tarjetas.
  - La columna 6 se utiliza para indicar que hay continuación de una instrucción. Cualquier caracter excepto '0' y blanco indican continuación de la anterior sentencia
  - Las columnas 1 a 5 se utilizan para poner números de referencia a modo de etiquetas numéricas que identifican el inicio de una operación. Estos números nos permiten cambiar la secuencia del proceso del SUB-PROGRAMA mediante instrucciones GOTO XX (ve a ejecutar la instrucción XX y subsiguientes).  
Una 'C' en la columna 1 indica que la tarjeta es de comentario.

## Descripción del Sub-Programa EQUAT

Columna

7

1

```
SUBBRoutine EQUAT (Y)
```

```
COMMON/SOL1/X, I, ITER
```

```
COMMON/CONST/C
```

```
DIMENSION X(200,21), Y(1), C(300), V(200)
```

```
EQUIVALENCE (V(1), X(1,1) )
```

```
J = I - 1
```

```
- -
```

```
- - (definición de las relaciones del modelo)
```

```
- -
```

```
RETURN
```

```
END
```

Las relaciones se escriben a partir de la columna 7; cada variable se describe utilizando su respectivo número de identificación en el vector Y.

Es posible utilizar valores retrasados de 1 período, utilizando la matriz X.

Ejemplo: la variable 5 se define como Y(5); el valor para esta variable del período anterior se representa como X(5,J). Aquí J, es un subíndice que permite referenciar el período anterior.

Definiendo el Modelo Matemático Ejemplo, en 2. de 1.

<u>N°</u> <u>Variable</u>	Abreviatura	Descripción de la Variable	<u>Tipo</u>
1	V	VENTA TOTAL	(endógena)
2	C	COSTO TOTAL	(endógena)
3	U	UTILIDAD	(endógena)
4	INCR	INCREMENTO	(endógena)
5	P	PRECIO UNITARIO	( exógena )
6	NART	VENTA ARTICULOS (T)	(endógena)
7	I	COSTO UNITARIO	(exógena)
8	Y	INGRESO NACIONAL	(exógena)

Expresando el modelo en relaciones FORTRAN IV en el sub-programa EQUAT:

```

COL          COL
1              7
1              1
              SUBROUTINE EQUAT (Y)
              COMMON/SOL1/X,I,.ITER
              COMMON/CONST/C
              DIMENSION X(200,21), Y(1), C(300), V(200)
              EQUIVALENCE (V(1), X(1,1))

              J = I - 1

C              TOTAL VENTAS
              Y(1) = Y(6) * Y(5)

C              TOTAL COSTOS
              Y(2) = Y(6) * Y(7)

C              UTILIDAD
              Y(3) = Y(1) - Y(2)

C              INCREMENTO EN UTILIDAD
              Y(4) = ( (Y(3) - X(3,J) ) / X(3,J) ) * 100.0
    
```

C

VENTA DE ARTICULOS

$Y(6) = C(1) + C(2) * X(6, J) + C(3) * Y(8)$

C

FIN DEL SUBPROGRAMA EQUAT

RETURN

END

## 5. RECOMENDACIONES PARA UNA BUENA UTILIZACION DE ECOSIMUL

### EL DISEÑO DE MODELOS

- En lo posible, hacer sistemas recursivos, lo que facilita la solución del modelo con menor tiempo de computador.
- Cuando una variable sea muy utilizada en el modelo, es conveniente pasar los datos de estas variables (dentro del subprograma EQUAT) a otras que no estén sub-indiciadas.

Ejemplo:

```
V1 = Y(1)
V2 = Y(2)
V105 = Y(105)

Y(3) = V1 V2/V105
Y(5) = V1/V2
.
.
.
```

Donde V1, V2 y V105 son variables no sub-indiciadas, que al ser utilizadas en el resto de sentencias FORTRAN (originados por el modelo) generan menos instrucciones de máquinas en la compilación, lo que redundará en menos uso de tiempo de computador.

### LA EJECUCION DEL PROGRAMA

- Debe obtenerse los módulos de la compilación de todo el programa, excepto el sub-programa EQUAT.
- Si el modelo va a ser modificado constantemente, sería conveniente linkeditar el sub-programa EQUAT, conjuntamente a ECOSIMUL.
- Si el modelo va a ser estable en sus relaciones en forma permanente, es decir no va a ser modificado, es recomendable catalogar el programa completo (incluyendo el sub-programa EQUAT). Luego poner al programa catalogado, un nombre que identifique el modelo especificado en EQUAT.

## SISTEMA DOS

Catalogar todos los módulos en la RELOCATABLE del sistema. Al programa principal llamarle ECOSIMUL.

El uso de este programa sería :

```
// JOB ..... (TARJETA JOB)
// OPTION LINK
  INCLUDE ECOSIMUL
// EXEC FFORTRAN
  SUBROUTINE EQUAT (Y)
  .
  .
  .
  END
/*
// EXEC LNKEDT
// ASSGN SYS005,X'...' (ARCHIVO PARA DISEÑO DE REPORTES)
// ASSGN SYS009,X'...' (ARCHIVO PARA DATA BANK)
.
.
.
// EXEC
. (DATOS)
.
/*
/ε
```

## SISTEMA OS

Catalogar el programa en una librería con el nombre de ECOSIMUL.

El uso de este programa sería :

./.

```

//NAMEJOB JOB ..... ( TARJETA JOB)
// EXEC FORTGCLG
//FORT.SYSIN, DD *
        SUBROUTINE EQUAT(Y)
        .
        .
        .
        END
/*
//LKED.LIB DD DSN = ....., DISP=SHR
//LKED.SYSIN DD *
        INCLUDE LIB(ECOSIMUL)
        ENTRY MAIN
/*
//GO.FT08F001 DD DSN=....., ..... (ARCHIVO PARA DISEÑO DE
        REPORTES)
//GO.FT09F001 DD DSN=....., ..... (ARCHIVO PARA DATA BANK)
//GO.FT05F001 DD *
        .
        . (DATOS)
        .
        .
/*
//

```

## B I B L I O G R A F I A

1. J. Johnston  
"Econometric Methods" 2nd. Edition.  
Mc.Graw-Hill, 1972
2. A.S.Goldberger.  
"Teoría Econométrica"  
Editorial Tecnos S.A., 1970
3. R.Wonnacott and T. Wonnacott  
"Econometrics"  
John Willy & Sons, Inc., 1970
4. Ch. R. Frank, Jr.  
"Statistics and Econometrics"  
Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1971
5. Kong Chu  
"Principles of Econometrics"
6. t.H.Naylor, J. Balintfy, D.Burdick, Kong Chu.  
"Técnicas de simulación en computadoras"  
Editorial Simusa-Wiley, S.A., 1971
7. Paul G. Hoel  
"Introducción a la Estadística Matemática"  
Ediciones Ariel, 1968
8. L.R. Klein, M.D. Evans, M. Hartley  
"Econometric Gaming: A kit for computer analysis of  
macroeconomic models"  
The Mac Millan Company
9. James T. Golden  
"Fortran IV, Programación y Cálculo"  
Ediciones Urmo, 1970
10. I.B.M.  
"Fortran Iv Lenguaje"
11. I.B.M.  
"Fortran IV G Lenguaje"
12. I.B.M.  
"Fortran IV G - Program Guide OS"
13. I.B.M.  
"Fortran IV - Program Guide DOS"



- 14.. I.B.M.  
"OS/VS1. JCL Reference"
15. I.B.M.  
"Scientific Subroutines Package"