



W  
28  
(8929)

Documento de Trabajo

8 9 2 9

**LUGO. UN MODELO ECONOMICO REGIONAL  
DE SIMULACION DINAMICA**



Juan Mascareñas Pérez-Iñigo  
Luis T. Díez de Castro

LUGO. Un modelo económico  
regional de simulación dinámica

**Juan Mascareñas Pérez-Llugo  
Luis T. Díez de Castro**

## **RESUMEN**

El modelo LUGO consiste en una proyección simulada, con una duración de 25 años, de la economía de la provincia de Lugo. En él se analizan una serie de sectores como son: el poblacional, el agrícola-pesquero, el industrial y el de servicios. Para la realización de este modelo se ha empleado la metodología de la Dinámica de Sistemas. Por dicha razón, en cada uno de los sectores anteriormente comentados se estudian las variables socio-económicas más importantes, la relación entre las mismas, tanto de una forma lógica como matemática, y su tendencia futura.

## **ABSTRACT**

The LUGO model is a simulated projection, that is extended to an 25 years long-horizon, of the Lugo province economy. In this model, several sectors are analysed, they are: Population, Agricultural-Fishing, Industrial and Services. This model was made through the System Dynamics methodology. For this reason, the most important economics and sociologics variables are studied, the relationship among them is analysed too from a logic and mathematical point of view, and finally their future behaviour is shown.

## **LOS AUTORES**

**Juan Mascareñas Pérez-Iñigo**, es Profesor Titular de Economía Financiera en la Universidad Complutense de Madrid. Es Licenciado y Doctor por dicha Universidad y su tesis doctoral versó sobre la aplicación de modelos de Dinámica de Sistemas al mundo empresarial. En la actualidad forma parte del Grupo de Ingeniería Financiera de la Universidad Complutense.

**Luis T. Díez de Castro**, es Catedrático de Economía Financiera en la Universidad Complutense de Madrid. Doctor por dicha Universidad, en la actualidad forma parte del Grupo de Ingeniería Financiera de la Universidad Complutense.

## **1. Introducción**

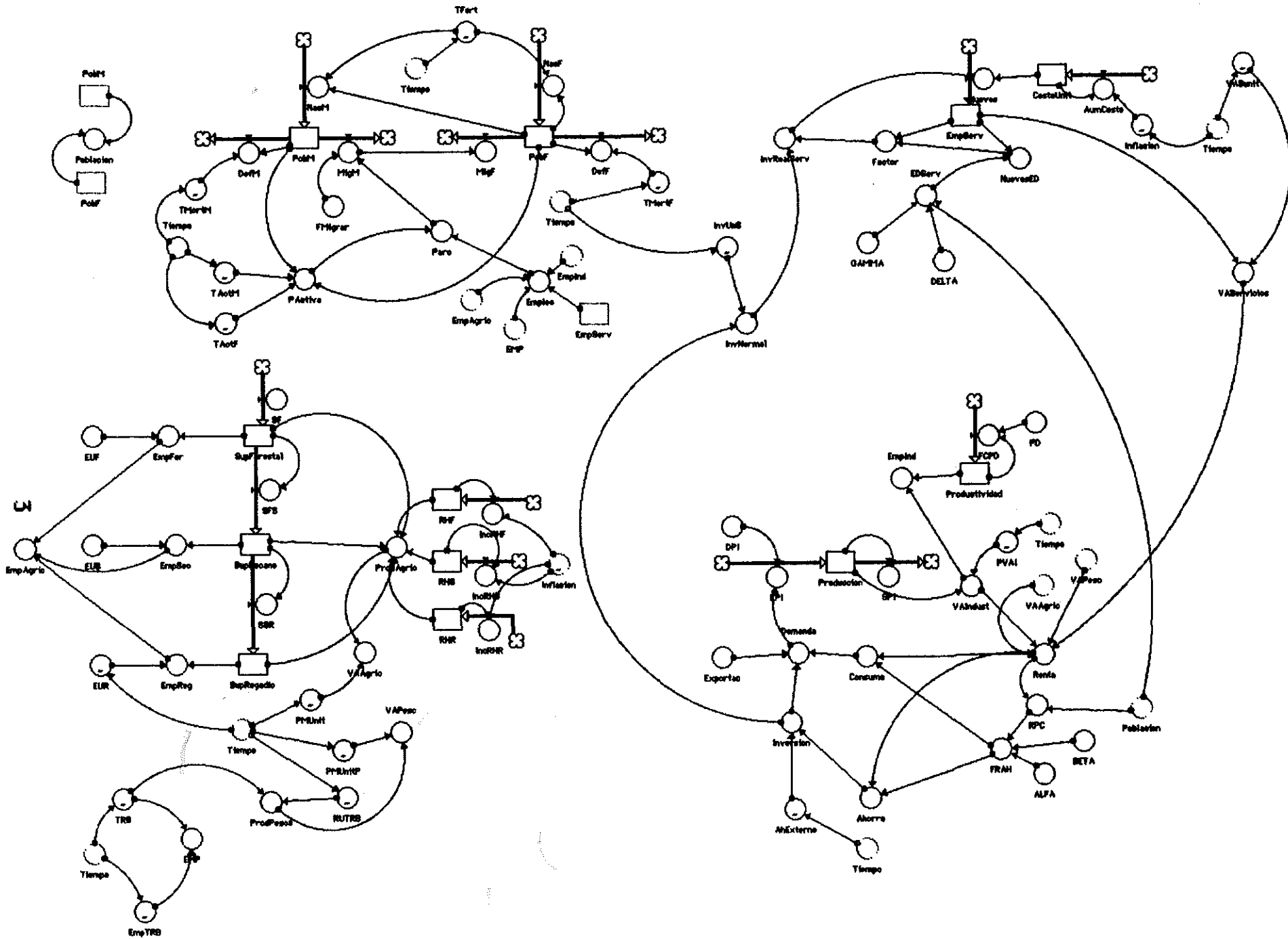
El modelo LUGO es un modelo de simulación desarrollado con base en la metodología de la Dinámica de Sistemas, con el que se ha pretendido lograr una visión, lo más real posible, del acontecer socioeconómico de dicha provincia gallega, año por año, durante los próximos 25 años.

La utilización de dicha metodología en este tipo de modelos no es nueva, ya que desde que Jay W. Forrester publicó en 1971 su *World Dynamics*, en el que hacía referencia al modelo "Mundo-2", encargado por el club de Roma a dicho especialista norteamericano, en el cual hacía un estudio de las interrelaciones entre una serie de variables socioeconómicas, tales como: la población, recursos naturales, oferta de alimentos, acumulación de capital y contaminación, pretendiéndose analizar su comportamiento hasta el año 2100. Hasta nuestros días han existido diversos tipos de modelos, que como el LUGO, han pretendido analizar el comportamiento futuro de una serie de variables, sociales y económicas, en el futuro.

Para la realización del modelo ha sido necesaria la creación de una base de datos, sin la cual la simulación del mismo hubiese sido de todo punto imposible. Dicha base de datos ha sido creada de acuerdo a los valores, constantes e iniciales, que deberían ser introducidos en el modelo.

La simulación del modelo ha tenido lugar en el Departamento de Economía Financiera de la Universidad Complutense, a través de la utilización del programa de ordenador, especial para Dinámica de Sistemas, denominado STELLA.

El modelo ha sido descompuesto en cuatro submodelos, que se encargan de modelizar a la población, al sector agrícola-pesquero, al sector industrial y al de servicios. El conjunto de todos ellos forma el modelo LUGO, cuya representación gráfica mediante un diagrama de flujo (también denominado diagrama de Forrester), puede verse en la figura 1. Seguidamente pasaremos a comentar cada uno de los submodelos.



Industria LUGO

## 2. El submodelo poblacional

En este submodelo pretendemos modelizar las dinámicas que controlan la evolución de la población en Lugo. Las variables principales de este submodelo son dos: el nivel de la población masculina (PobM) y el nivel de la femenina (PobF), que indica en todo momento el número de hombres y mujeres en dicha provincia. Para calcular dichas variables se hace necesario contar con otras que cooperen en dicha operación como, por ejemplo, los nacimientos masculinos y femeninos, las defunciones de ambos sexos y la tasa migratoria de ambos.

En la figura 2 se muestra el diagrama de influencias del submodelo poblacional, en donde las variables están unidas entre sí por flechas, que unen la variable-causa y la variable-efecto. La dirección de la flecha muestra la dirección de la causa y el signo en su cabecera representa el tipo de efecto, de tal manera que el signo [+] indica que la variable que se encuentra en la punta de la flecha varía en la misma dirección que la que se encuentre en el inicio de la misma, y si el signo es [-] variará en dirección contraria.

En la figura se pueden apreciar algunos bucles entre los que destacaremos:

- a) El formado por las variables: población, población activa, paro y migraciones; tanto en el caso de la población masculina como en el de la femenina. Este bucle tiene una retroalimentación negativa, es decir, que si aumenta la población, también lo hará la población activa y por ello el paro, al incrementarse éste las migraciones aumentarán produciéndose un descenso de la población.

b) Otro bucle con retroalimentación negativa es el formado por la población y las defunciones, dado que a más población, más defunciones lo que induce a un descenso de aquella.

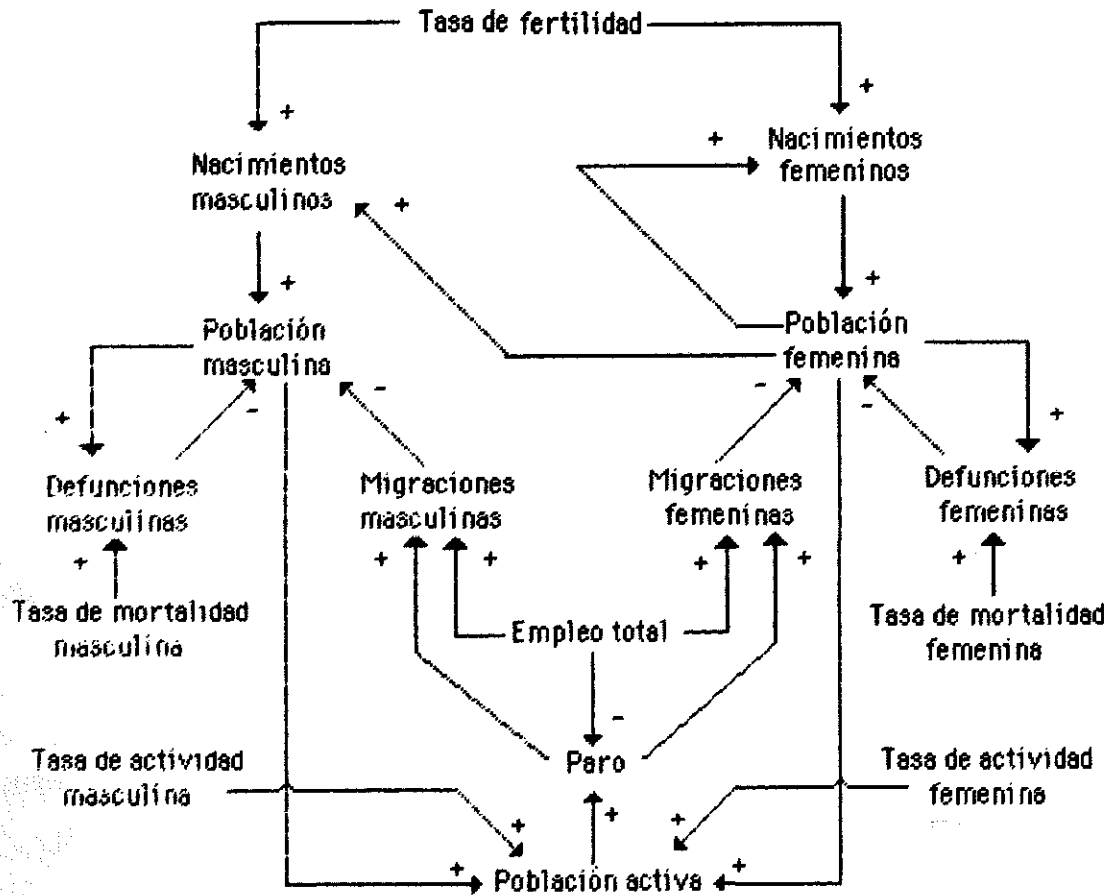


Fig.2 Diagrama de influencias del submodelo poblacional

c) Un bucle con retroalimentación positiva es el formado por la población femenina y los nacimientos femeninos. A más mujeres más nacimientos femeninos y por ende más mujeres.

d) Sin embargo, si aumenta la población femenina, aumentan también los nacimientos masculinos y la población masculina así como la población activa y el párrafo, lo que produce un aumento de las migraciones femeninas,

reduciéndose, entonces la población femenina. La retroalimentación será, pues, negativa.

En total seis bucles, cinco con retroalimentación negativa los cuales son "buscadores de objetivos" y ajustan la actividad hacia un valor ideal, por sólo uno de tipo positivo, que hace de impulsor del sistema (sólo un bucle con retroalimentación positiva puede inducir a un crecimiento, o decrecimiento, sostenido). Estos seis bucles son los responsables, en mayor o menor medida del comportamiento del sistema.

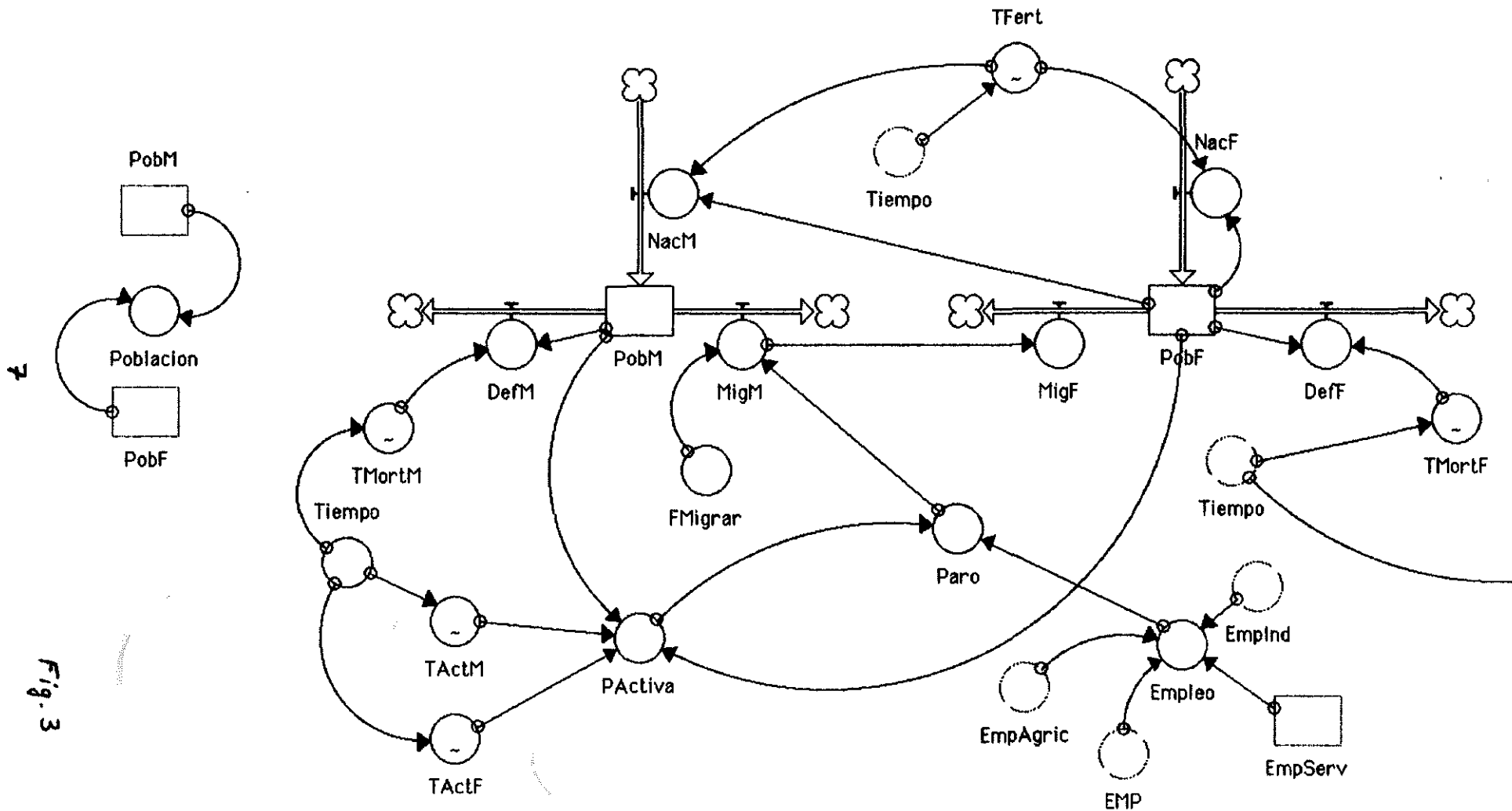
En la figura 3 se muestra el diagrama de flujos de este submodelo. Como ya comentamos anteriormente, esta compuesto de dos variables de tipo nivel: la población masculina (PobM) y la femenina (PobF), que, por un lado, son alimentadas por dos variables flujo representativas de los nacimientos masculinos y femeninos (NacM y NacF) y, que por otro, son vaciadas por cuatro variables flujo indicativas de las defunciones y de las migraciones (DefM, MigM, DefF y MigF). El resto de las variables son de tipo auxiliar y su único objetivo es servir de apoyo para el cálculo de las variables flujo.

### **Ecuaciones del submodelo**

A continuación pasaremos a analizar las ecuaciones que modelizan la dinámica de la población de Lugo. Comenzaremos por las dos variables nivel. La población masculina (PobM) y la femenina (PobF):

$$[\text{Ec.1}] \quad \text{PobM} = \text{PobM} - \text{DefM} + \text{NacM} - \text{MigM}$$

$$[\text{Ec.2}] \quad \text{PobF} = \text{PobF} - \text{DefF} + \text{NacF} - \text{MigF}$$



7

Fig. 3

PobM y PobF = Población masculina y femenina  
 DefM y DefF = Defunciones masculinas y femeninas  
 NacM y NacF = Nacimientos masculinos y femeninos  
 MigM y MigF = Migraciones masculinas y femeninas

Los nacimientos masculinos y femeninos, durante un periodo, se calculan multiplicando la población femenina por la tasa de fertilidad (que varía con el tiempo):

$$[Ec.3] \quad NacM = PobF * TFert * 0,513$$

$$[Ec.4] \quad NacF = PobF * TFert * 0,487$$

NacM y NacF = Nacimientos masculinos y femeninos  
 TFert = Tasa de fertilidad femenina (51,3% hombres, 48,7% mujeres)  
 PobF = Población femenina

Las defunciones dependerán de la población existente y de la tasa de mortalidad (que varía con el tiempo):

$$[Ec.5] \quad DefM = PobM * TMortM$$

$$[Ec.6] \quad DefF = PobF * TMortF$$

DefM y DefF = Defunciones masculinas y femeninas  
 PobM y PobF = Población masculina y femenina  
 TMortM y TMortF = Tasa de mortalidad masculina y femenina

Las migraciones masculinas dependerán del paro real multiplicado por un factor indicativo del porcentaje de individuos que estarían dispuestos a emigrar si el paro real es positivo, o a inmigrar, si es negativo (es decir, si hay puestos de trabajo sobrantes). Las migraciones femeninas se hacen coincidir con las masculinas:

$$[Ec.7] \quad MigM = Paro * FMigrar$$

$$[Ec.8] \quad MigF = MigM$$

**MigM y MigF = Migraciones masculinas y femeninas**  
**Paro = Volumen del paro durante el período**  
**FMigrar = Factor de migración**

El paro real se calcula a través de la diferencia entre la población activa de la región y el empleo total de la misma, o lo que es lo mismo, demanda de trabajo menos oferta de empleo. Por otra parte, la población activa dependerá de la población (masculina y femenina) por su tasa de actividad, es decir, el porcentaje de la población que está en disposición de trabajar (que varía con el tiempo):

$$[Ec.9] \quad Paro = PActiva - Empleo$$

$$[Ec.10] \quad PActiva = PobM * TActM + PobF * TActF$$

**Paro = Nivel de desempleo**  
**PActiva = Población que se encuentra en disposición de trabajar**  
**Empleo = Oferta de puestos de trabajo**  
**PobM y PobF = Población masculina y femenina**  
**TActM y TActF = Tasa de Actividad masculina y femenina**

Por último, el empleo total se calcula sumando los empleos ofertados en el resto de los submodelos:

$$[Ec.11] \quad Empleo = EmpAgric + EMP + EmpInd + EmpServ$$

**Empleo = Nivel de empleo**  
**EmpAgric = Empleo en el sector agrícola**  
**EMP = Empleo en el sector pesquero**

EmpInd = Empleo en el sector industrial  
 EmpServ = Empleo en el sector servicios

## Resultados de la simulación

En la figura 4 se muestra la simulación del comportamiento de las variables: Población masculina (PobM), Población femenina (PobF) y Población total (Población), para 25 años y cuyos valores aparecen en la tabla 1. Es fácil apreciar que debido al descenso de la tasa de fertilidad y al paro existente (tendencia a la emigración) la tendencia de la población es claramente descendente, reduciéndose en un 17% en los próximos cinco lustros.

En la figura 5 y en la tabla 2 se muestran el comportamiento y los valores, respectivamente, de las variables: Empleo, Población Activa (PActiva) y Paro en la provincia de Lugo. En la figura 5 se puede observar como las dos primeras variables están valoradas en la misma escala, no así el Paro, que para que se aprecie mejor su evolución, se ha dibujado en una escala más amplia. Aproximadamente, a 16 años del comienzo de la simulación se espera un paro nulo e incluso negativo como consecuencia del constante aumento del empleo y del descenso de la población activa (en parte, por lo comentado en el párrafo anterior), aunque ésta última tiende a ascender en los últimos períodos de la simulación. La mayor cantidad de parados (7.159, un 140% más que en la actualidad) se espera para el año 10 de la simulación momento en el que comenzara a descender.

Por último, en la tabla 3 y en la figura 6, se muestran los valores y las tendencias de las defunciones y nacimientos de ambos sexos en la provincia gallega durante los próximos 25 años. Si, por un lado, las defunciones descienden suavemente debido al descenso de la población de Lugo, no ocurre lo mismo con los nacimientos, que descienden de una forma bastante abrupta hasta el



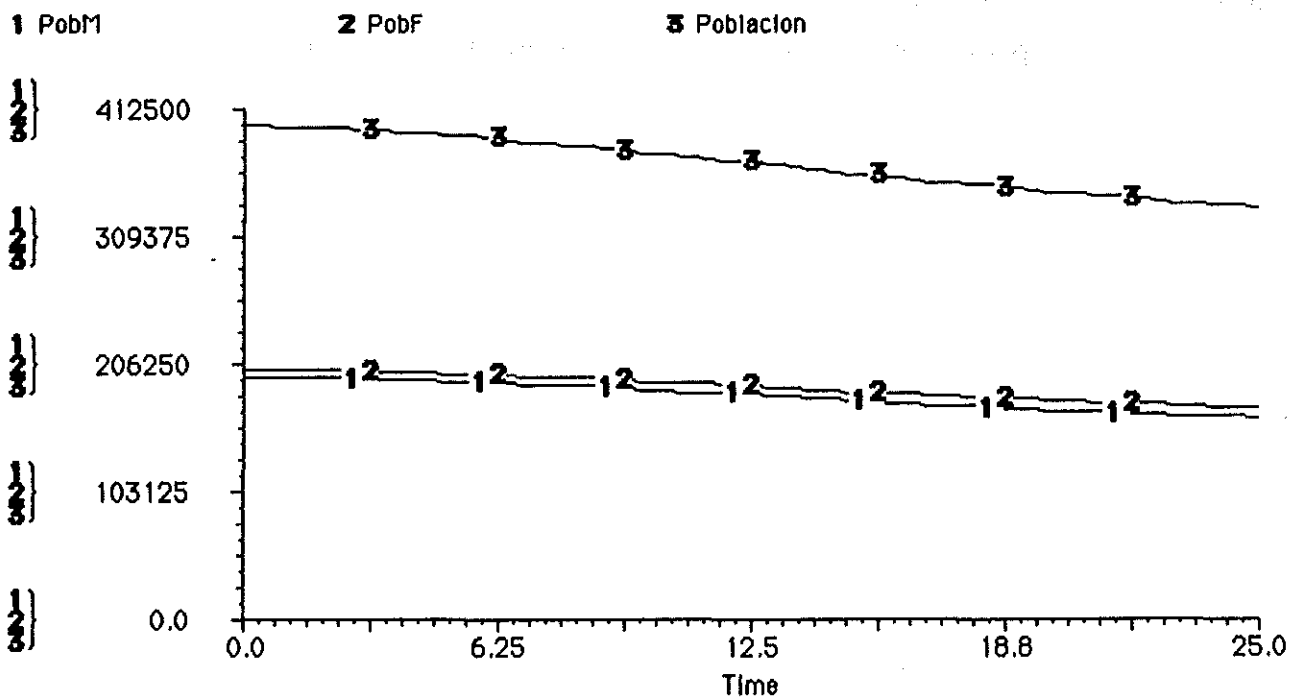


Fig. 4

Time	PobM	PobF	Poblacion
0.0	196461	202771	399232
1.0	195989	202328	398317
2.0	195032	201404	396437
3.0	194139	200548	394688
4.0	193149	199599	392748
5.0	192024	198520	390544
6.0	190772	197316	388088
7.0	189448	196045	385493
8.0	188063	194713	382776
9.0	186598	193304	379902
10.0	185035	191800	376835
11.0	183378	190204	373582
12.0	181662	188551	370213
13.0	179897	186852	366750
14.0	178113	185135	363248
15.0	176334	183425	359760
16.0	174562	181723	356286
17.0	172924	180152	353076
18.0	171417	178710	350126
19.0	169954	177311	347265
20.0	168454	175872	344326
21.0	166917	174394	341311
22.0	165451	172986	338437
23.0	164051	171642	335693
24.0	162665	170311	332976
25.0	161251	168950	330201

Tabla. 1

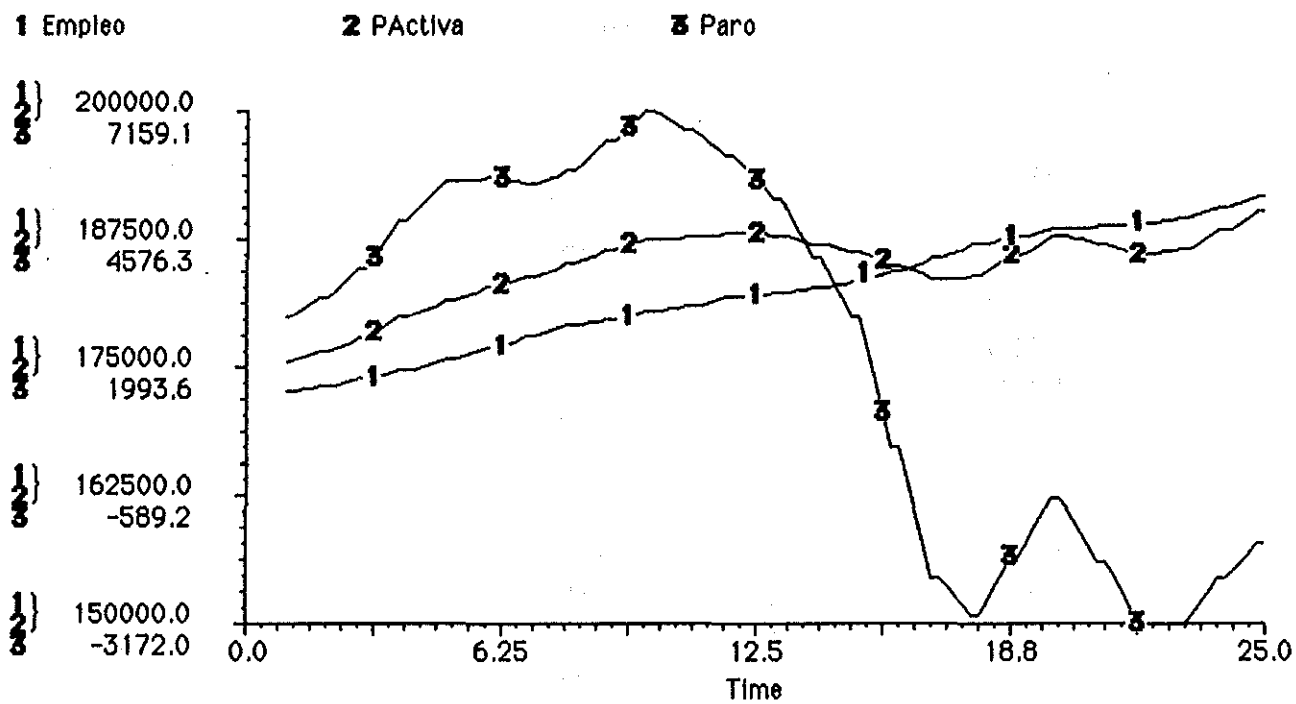


Fig. 5

Time	Empleo	PActiva	Paro
1.00	172549.0	175576.3	3027.3
2.00	173133.7	176506.1	3372.4
3.00	173928.5	177928.5	4000.0
4.00	174854.9	179821.8	4966.9
5.00	175808.0	181562.5	5754.5
6.00	176946.2	182758.4	5812.2
7.00	178137.2	183860.6	5723.4
8.00	179111.2	185069.2	5958.1
9.00	179785.4	186361.5	6576.2
10.00	180359.6	187518.8	7159.1
11.00	180985.3	187778.1	6792.7
12.00	181691.5	187948.2	6256.8
13.00	182291.8	187662.8	5371.0
14.00	182767.4	186960.5	4193.0
15.00	183220.4	186245.0	3024.5
16.00	184430.3	184789.2	358.9
17.00	185736.1	183465.0	-2271.1
18.00	186866.0	183880.8	-2985.2
19.00	187730.4	185910.0	-1820.4
20.00	188495.1	187841.0	-654.1
21.00	188835.1	186878.8	-1956.3
22.00	189141.4	185982.7	-3158.7
23.00	189694.4	186522.4	-3172.0
24.00	190645.2	188407.8	-2237.4
25.00	191764.7	190206.5	-1558.2

Tabla 2

Time	DefM	DefF	NacM	NacF
1.00	2200	2009	1544	1405
2.00	2192	2081	1438	1366
3.00	2181	2072	1333	1266
4.00	2170	2062	1228	1166
5.00	2157	2050	1123	1066
6.00	2143	2038	1043	990
7.00	2127	2024	964	915
8.00	2112	2010	881	836
9.00	2095	1995	795	755
10.0	2077	1980	710	674
11.0	2058	1963	618	587
12.0	2039	1946	527	500
13.0	2019	1928	449	427
14.0	1998	1910	384	365
15.0	1978	1892	320	304
16.0	1958	1874	317	301
17.0	1940	1858	315	299
18.0	1923	1843	312	296
19.0	1906	1828	310	294
20.0	1889	1813	307	292
21.0	1872	1798	304	289
22.0	1855	1783	302	287
23.0	1839	1769	300	284
24.0	1824	1756	297	282
25.0	1808	1741	295	280

Tabla. 3

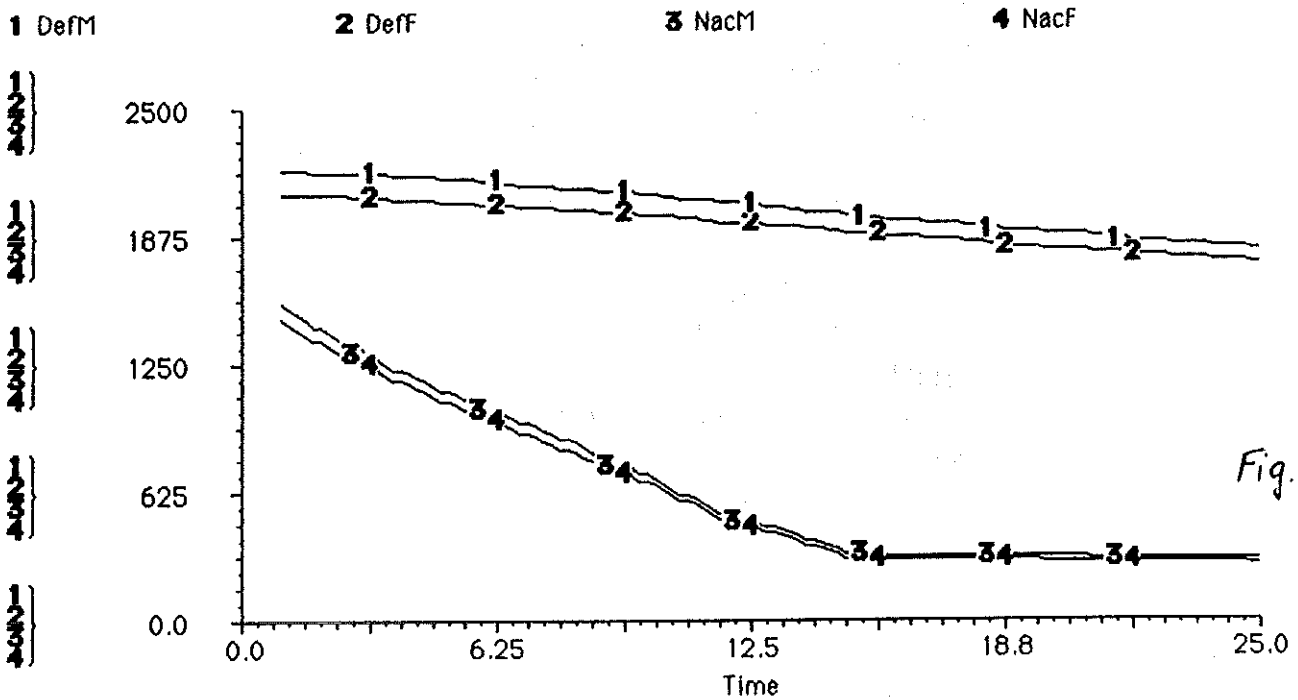


Fig. 6

### 3. El submodelo agrícola-pesquero

Este submodelo contempla el sector primario de la economía regional de Lugo. En él se estudiarán las superficies de secano, regadío y forestal; el empleo y los rendimientos de las tres clases de superficie: la producción total agrícola y su valor añadido, las toneladas de registro bruto de la flota de la provincia, su empleo respectivo y el valor añadido del sector pesquero.

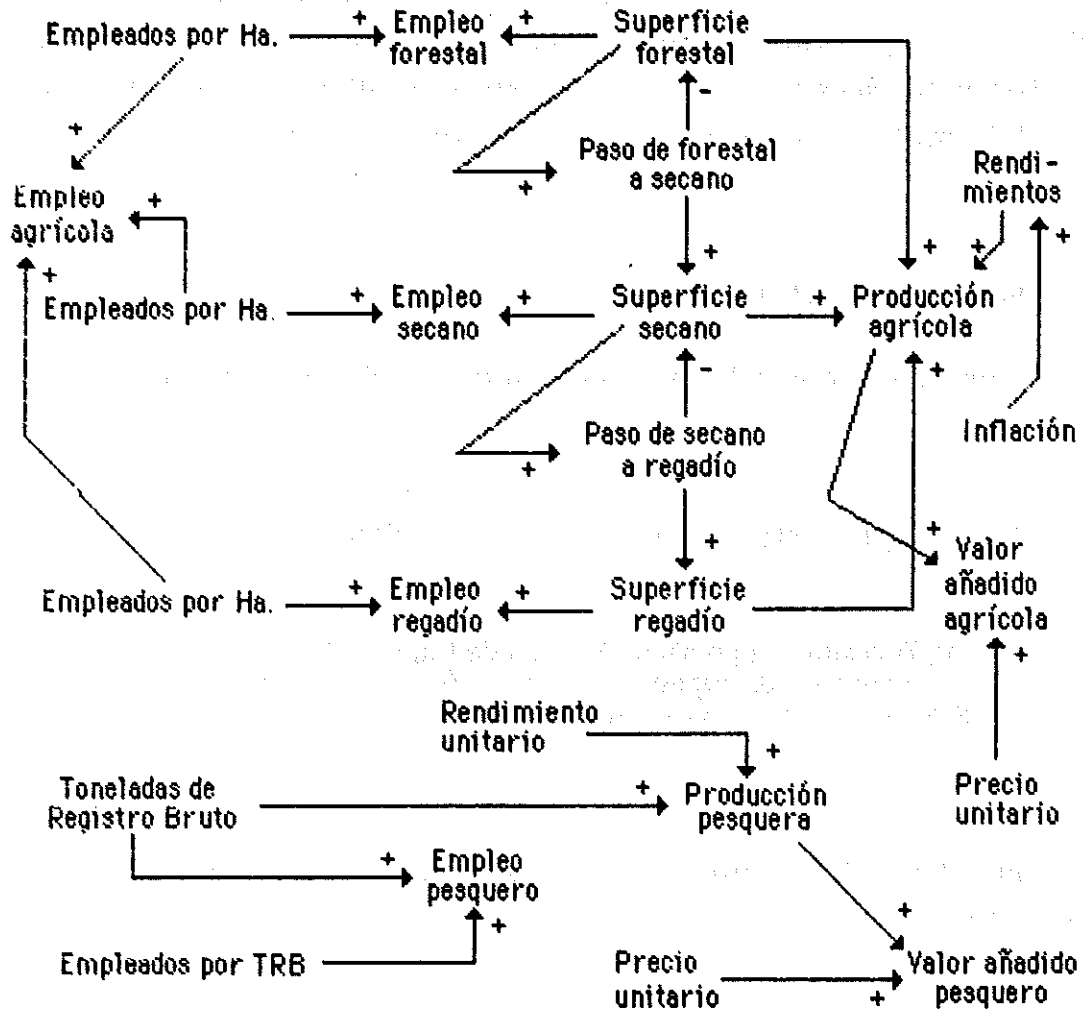


Fig.7 Diagrama de influencias del submodelo agrícola-pesquero

En la figura 7 se muestra el diagrama de influencias representativo de este submodelo. Como puede apreciarse sólo existen dos bucles en este diagrama, ambos con retroalimentación negativa, que reflejan el comportamiento de las variables: superficie forestal y superficie de secano. La idea es que cada año una parte de la superficie forestal se va convirtiendo en secano y, al mismo tiempo, una parte del secano se transforma en regadio.

Por otra parte, en la figura 8 se muestra el diagrama de flujos del sector agrícola-pesquero. En él pueden apreciarse seis variables-nivel, seis variables-flujo y 20 variables auxiliares. Las variables más importantes son los niveles que modelizan las superficies: forestal, secano y regadio. Puesto que ellos soportan todo el peso del empleo, producción y valor añadido agrícolas.

### **Ecuaciones del submodelo**

Comenzaremos calculando la superficie forestal de Lugo

$$[\text{Ec.12}] \quad \text{SupForestal} = \text{SupForestal} + \text{SF} - \text{SFS}$$

SupForestal = Superficie forestal de Lugo en Ha.

SF = Creación de superficie forestal (se supone nula)

SFS = Ha. de foresta que anualmente se convierten en secano

El cálculo de las superficies de secano y regadio se hace de la misma forma:

$$[\text{Ec.13}] \quad \text{SupSecano} = \text{SupSecano} + \text{SFS} - \text{SSR}$$

$$[\text{Ec.14}] \quad \text{SupRegadío} = \text{SupRegadío} + \text{SSR}$$

17

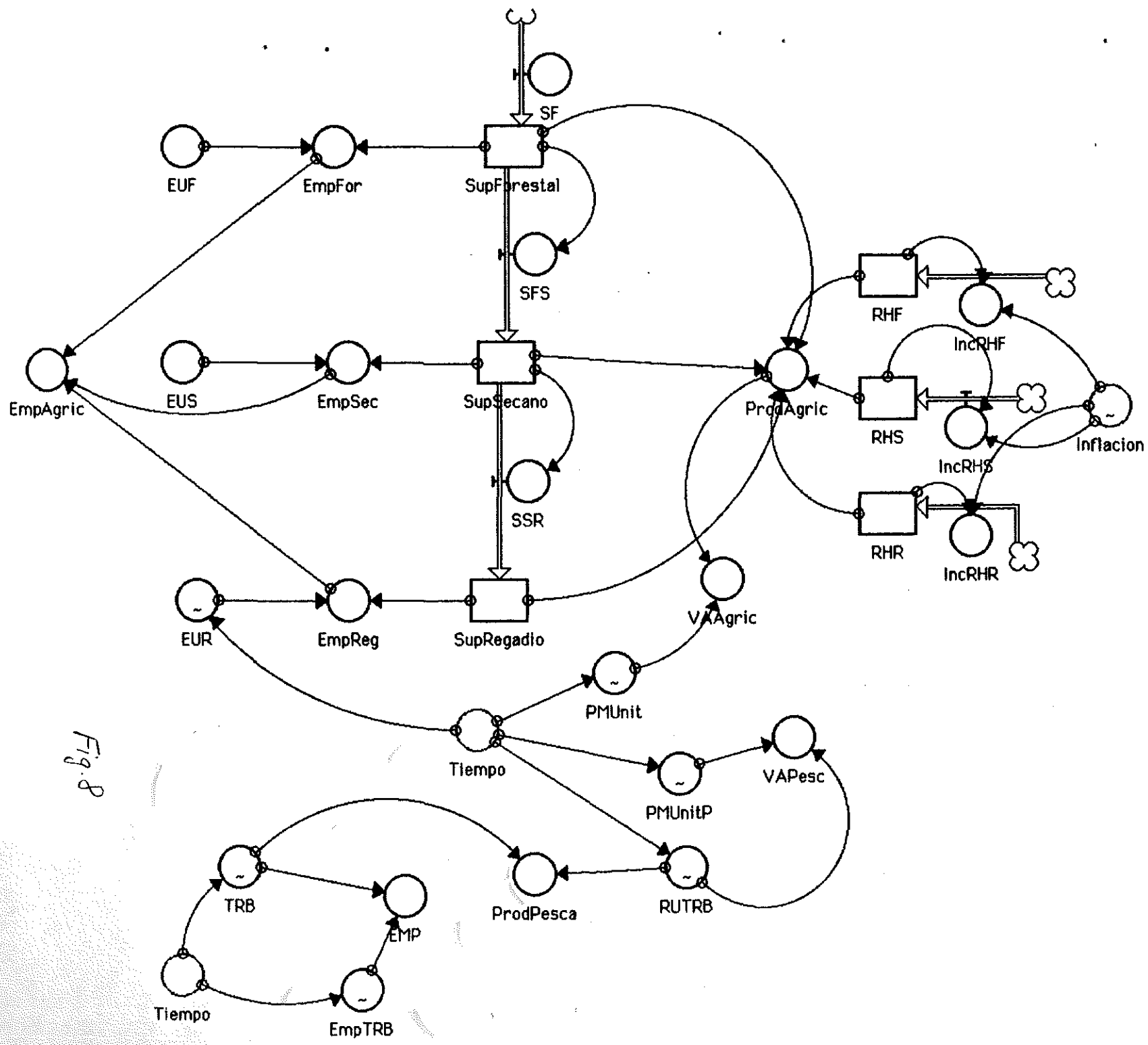


Fig. 8

$$[Ec.15] \quad SFS = \text{SupForestal} * 0,0006$$

$$[Ec.16] \quad SSR = \text{SupSecano} * 0,001$$

**SupForestal = Superficie forestal en Ha.**

**SupSecano = Superficie de secano en Ha.**

**SupRegadio = Superficie de regadio en Ha.**

**SFS = Ha., que se transforman de forestal en secano anualmente**

**SSR = Ha., que se transforman de secano en regadio anualmente**

Conociendo el empleo unitario en la superficie forestal, de secano y de regadio, que será estimado para los años en que dura la simulación, podremos calcular el empleo total en cada una de las superficies citadas. La suma de los empleos nos dará el número de personas empleadas en el sector agrícola lucense.

$$[Ec.17] \quad \text{EmpFor} = \text{SupForestal} * \text{EUF}$$

$$[Ec.18] \quad \text{EmpSec} = \text{SupSecano} * \text{EUS}$$

$$[Ec.19] \quad \text{EmpReg} = \text{SupRegadio} * \text{EUR}$$

$$[Ec.20] \quad \text{EmpAgric} = \text{EmpFor} + \text{EmpSec} + \text{EmpReg}$$

**SupForestal = Superficie forestal en Ha.**

**SupSecano = Superficie de secano en Ha.**

**SupRegadio = Superficie de regadio en Ha.**

**EmpFor = Empleo en la superficie forestal**

**EmpSec = Empleo en la superficie de secano**

**EmpReg = Empleo en la superficie de regadio**

**EmpAgric = Empleo en el sector agrícola**

**EUF, EUS y EUR = Empleo por Ha., en cada tipo de superficie**

La producción agrícola se calcula con base en los rendimientos unitarios de cada superficie, que a su vez se van modificando con la inflación esperada:

$$[Ec.21] \quad ProdAgric = SupSecano * RHS + SupRegadio * RHR + SupForestal * RHF$$

$$[Ec.22] \quad RHF = RHF + IncRHF$$

$$[Ec.23] \quad RHS = RHS + IncRHS$$

$$[Ec.24] \quad RHR = RHR + IncRHR$$

$$[Ec.25] \quad IncRHF = Inflación * RHF$$

$$[Ec.26] \quad IncRHS = Inflación * RHS$$

$$[Ec.27] \quad IncRHR = Inflación * RHR$$

**ProdAgric = Producción agrícola**  
**SupForestal = Superficie forestal en Ha.**  
**SupSecano = Superficie de secano en Ha.**  
**SupRegadio = Superficie de regadio en Ha.**  
**IncRHF, IncRHS, IncRHR = Incremento del rendimiento**  
**Inflación = Inflación del año en curso**  
**RHF, RHS y RHR = Rendimientos unitarios superficie**

El valor añadido agrícola se obtiene multiplicando la producción agrícola de la provincia por un precio medio unitario indicativo del valor añadido unitario.

$$[Ec.28] \quad VAAgric = ProdAgric * PMUnit$$

**VAAgric = Valor añadido agrícola**  
**ProdAgric = Producción agrícola**  
**PMUnit = Precio medio unitario**

En cuanto al sector pesquero, se han calculado las toneladas de registro bruto de la flota de la provincia durante la duración de la simulación. Para calcular el número de empleados en el sector pesquero que están embarcados se ha calculado, también, el nú-

mero de empleados por tonelada de registro bruto hasta el horizonte de la simulación:

$$[Ec.29] \quad EMP = TRB * EmpTRB$$

EMP = Empleados en el sector pesquero  
TRB = Toneladas de registro bruto del periodo  
EmpTRB = Número de empleados por TRB

Para calcular la producción pesquera deberemos tener en cuenta las toneladas de registro bruto existentes en cada momento y el rendimiento unitario de las mismas:

$$[Ec.30] \quad ProdPesca = TRB * RUTRB$$

ProdPesca = Producción pesquera  
TRB = Toneladas de registro bruto  
RUTRB = Rendimiento unitario de cada TRB

Multiplicando la producción pesquera por un precio medio unitario obtendremos el valor añadido pesquero:

$$[Ec.31] \quad VAPesc = ProdPesca * PMUnitP$$

VAPesc = Valor añadido pesquero  
ProdPesca = Producción pesquera  
PMUnitP = Precio medio unitario del valor añadido

## Resultados de la simulación

En la tabla 4 podemos observar la evolución de las diversas superficies agrícolas de la provincia de Lugo. La superficie forestal que comienza con más de 626 mil hectáreas descenderá en un 1,5% durante toda la simulación tendiendo a alcanzar un valor de casi 617 mil hectáreas al final de la misma. La superficie de secano aumentará en 1,7% desde las más de 218 mil Ha., del principio hasta alcanzar las casi 222 mil al final del horizonte de la simulación. Por último, la superficie de regadío, que comienza con más de 16 mil Ha., se situará al final con casi 22 mil, lo que representa un aumento del 31,5%. Las otras dos columnas muestran las hectáreas de transformación de forestal a secano (SFS) y las de secano a regadío (SSR). En resumen, de las 860.400 Ha., de superficie agrícola, al principio de la simulación el 72,7% pertenece a terreno forestal, el 25,3% a secano y el 2% restante a regadío; al final de la simulación el forestal tiene un 71,7%, el secano un 25,8% y el regadío un 2,5%.

En la tabla 5 se muestra el empleo agrícola descompuesto en los tres tipos de superficies. La mayor parte del empleo se sitúa en secano (el 94,6% al principio y el 93% al final) y el resto se encuentra en regadío; una mínima cantidad (37 personas) se ocupan de la superficie forestal. En la figura 9 se puede ver de una forma gráfica la evolución de los dos tipos de empleo más importantes (secano y regadío) y del total de la provincia.

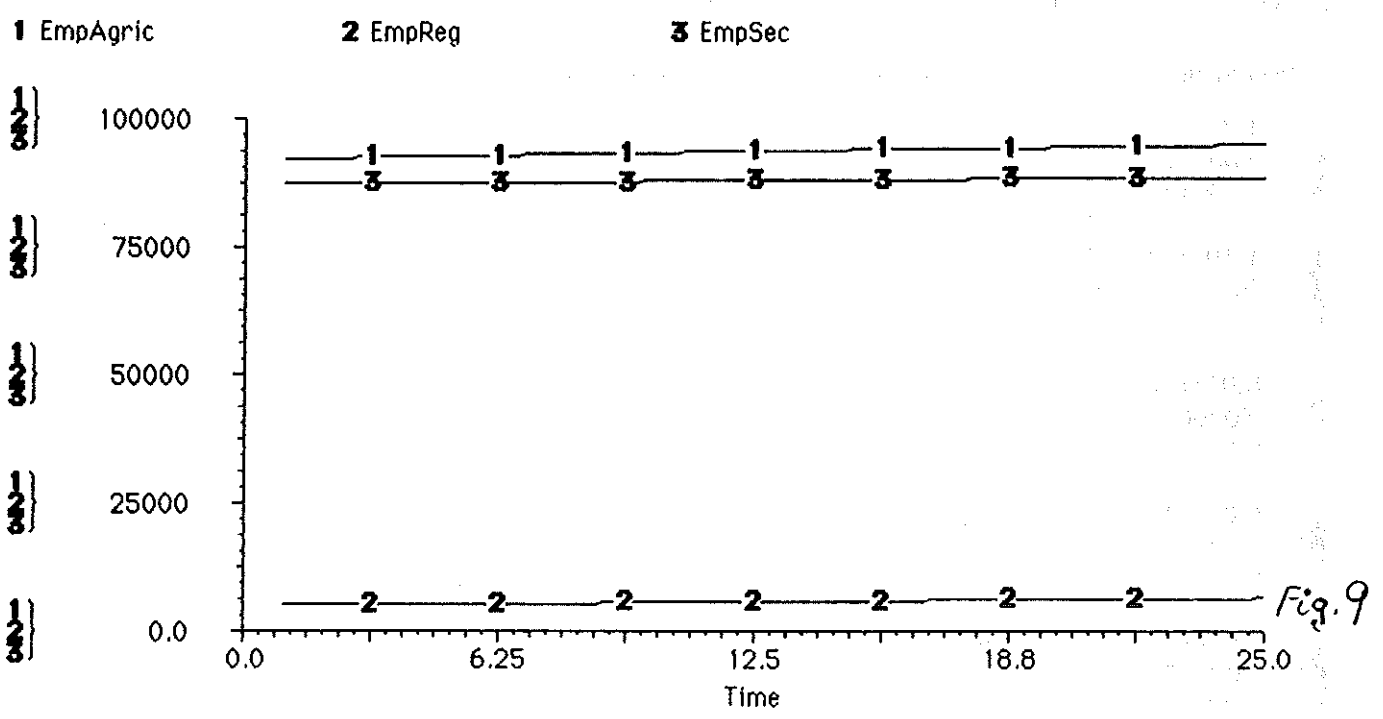
Por último, en la tabla 6 se muestra la producción agrícola y pesquera, así como, los valores añadidos de ambas y los empleos en el sector pesquero. En la figura 10 se muestra la evolución de las cuatro primeras variables reseñadas (con diferentes escalas para la agricultura y la pesca).

Time	SupForestal	SupSecano	SupRegadio	SFS	SSR
1.00	625800	218100	16500	375	218
2.00	625425	218257	16718	375	218
3.00	625049	218414	16936	375	218
4.00	624674	218571	17155	375	219
5.00	624299	218727	17373	375	219
6.00	623925	218883	17592	374	219
7.00	623551	219039	17811	374	219
8.00	623176	219194	18030	374	219
9.00	622802	219348	18249	374	219
10.0	622429	219503	18469	373	220
11.0	622055	219657	18688	373	220
12.0	621682	219810	18908	373	220
13.0	621309	219963	19128	373	220
14.0	620936	220116	19347	373	220
15.0	620564	220269	19568	372	220
16.0	620191	220421	19788	372	220
17.0	619819	220572	20008	372	221
18.0	619447	220724	20229	372	221
19.0	619076	220875	20450	371	221
20.0	618704	221025	20670	371	221
21.0	618333	221175	20891	371	221
22.0	617962	221325	21113	371	221
23.0	617591	221475	21334	371	221
24.0	617221	221624	21555	370	222
25.0	616850	221773	21777	370	222

Tabla 4

Time	EmpAgric	EmpFor	EmpSec	EmpReg
1.00	92228	37.5	87240	4950
2.00	92356	37.5	87303	5015
3.00	92484	37.5	87366	5081
4.00	92612	37.5	87428	5146
5.00	92740	37.5	87491	5212
6.00	92868	37.4	87553	5278
7.00	92996	37.4	87615	5343
8.00	93124	37.4	87677	5409
9.00	93251	37.4	87739	5475
10.0	93379	37.3	87801	5541
11.0	93506	37.3	87863	5606
12.0	93634	37.3	87924	5672
13.0	93761	37.3	87985	5738
14.0	93888	37.3	88046	5804
15.0	94015	37.2	88107	5870
16.0	94142	37.2	88168	5936
17.0	94269	37.2	88229	6002
18.0	94395	37.2	88290	6069
19.0	94522	37.1	88350	6135
20.0	94648	37.1	88410	6201
21.0	94775	37.1	88470	6267
22.0	94901	37.1	88530	6334
23.0	95027	37.1	88590	6400
24.0	95153	37.0	88650	6467
25.0	95279	37.0	88709	6533

Tabla 5



Time	ProdAgric	ProdPesca	VAPesc	VAAgric	EMP
1.00	5.66e+10	3501500	2083393	3.07e+10	2213
2.00	6.00e+10	3501500	2083393	3.26e+10	2190
3.00	6.34e+10	3501500	2083393	3.47e+10	2164
4.00	6.70e+10	3501500	2083393	3.69e+10	2134
5.00	7.08e+10	3501500	2083393	3.93e+10	2105
6.00	7.47e+10	3561100	2147343	4.19e+10	2060
7.00	7.87e+10	3620700	2212248	4.46e+10	2015
8.00	8.28e+10	3650500	2245058	4.72e+10	1948
9.00	8.70e+10	3650500	2245058	4.96e+10	1859
10.00	9.12e+10	3650500	2245058	5.20e+10	1769
11.00	9.54e+10	3650500	2252359	5.51e+10	1769
12.00	9.97e+10	3650500	2259660	5.84e+10	1769
13.00	1.04e+11	3650500	2274262	6.18e+10	1762
14.00	1.08e+11	3650500	2296165	6.54e+10	1747
15.00	1.12e+11	3650500	2318068	6.90e+10	1732
16.00	1.16e+11	3620700	2306386	7.24e+10	1687
17.00	1.20e+11	3590900	2294585	7.58e+10	1643
18.00	1.24e+11	3576000	2292216	7.90e+10	1617
19.00	1.28e+11	3576000	2299368	8.19e+10	1609
20.00	1.31e+11	3576000	2306520	8.48e+10	1602
21.00	1.35e+11	3576000	2299368	8.82e+10	1609
22.00	1.39e+11	3576000	2292216	9.17e+10	1617
23.00	1.42e+11	3635600	2330420	9.58e+10	1591
24.00	1.46e+11	3754800	2414337	1.01e+11	1531
25.00	1.49e+11	3874000	2498730	1.06e+11	1471

Tabla 6

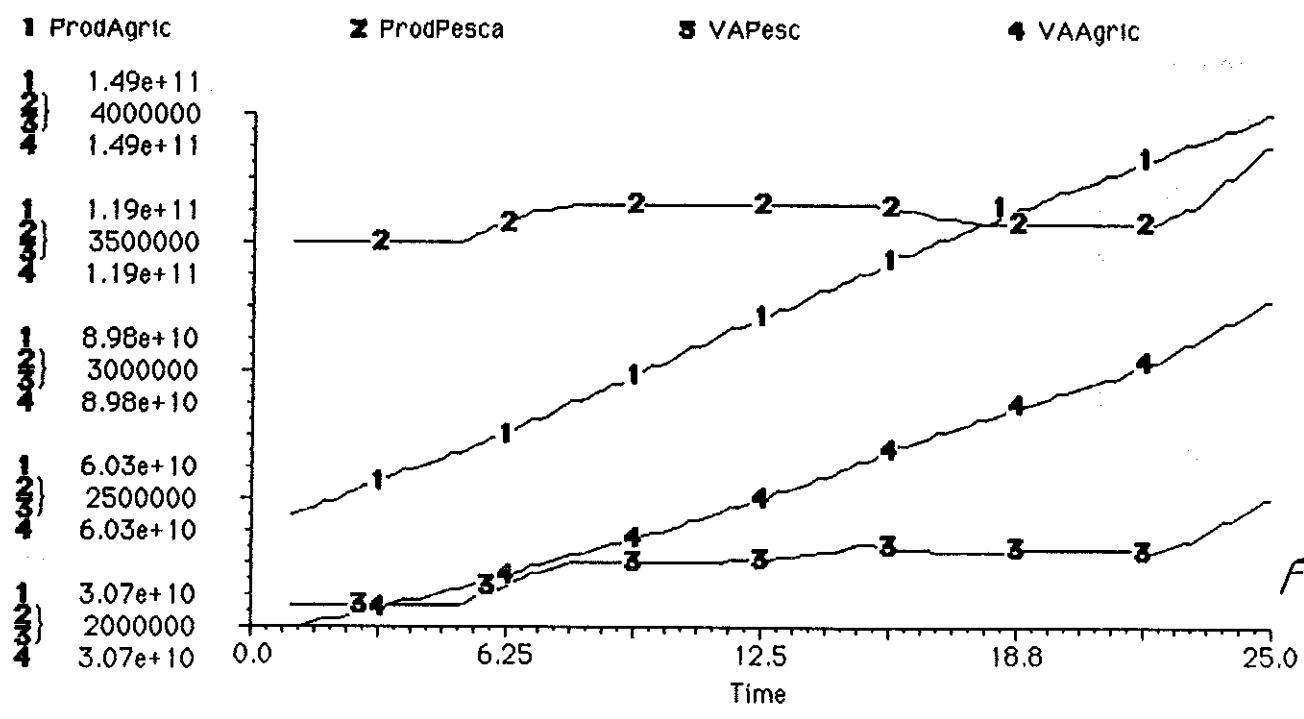


Fig. 10

#### 4. El submodelo industrial

El tercer submodelo atañe al sector secundario de la economía, es decir, al sector industrial de la provincia de Lugo. En la figura 11 se muestra el diagrama causal del mismo, en el que aparecen tres bucles, dos con retroalimentación positiva y sólo uno con negativa.

El primer bucle está formado por las variables Renta, Consumo, Demanda, Producción industrial y Valor añadido industrial. Tiene una retroalimentación positiva, lo que hace que si cualquiera de las variables creciera induciría a una expansión de las demás, lo que entre otras cosas, haría aumentar el empleo industrial.

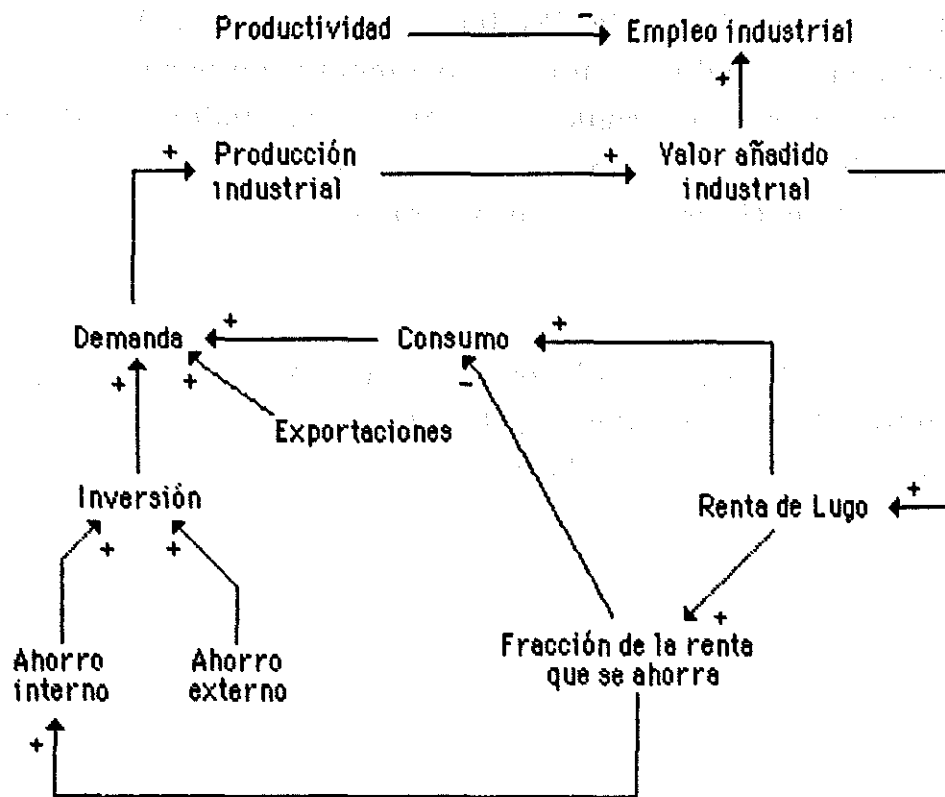


Fig.11 Diagrama causal del submodelo industrial

El segundo bucle es muy parecido al anterior, puesto que esta formado por la Renta, la fracción de la misma que se ahorra, el Consumo, la Demanda, la Producción y el Valor añadido. Su retroalimentación es negativa, debido a que a mayor Renta, mayor fracción ahorrada y, por lo tanto, menor Consumo (en valor absoluto).

El tercer bucle está formado por la Renta, la fracción ahorrada, el Ahorro provincial, la Inversión total, la Demanda, la Producción industrial y el Valor añadido industrial. Su retroalimentación es positiva.

Es curioso observar como la conjunción de los tres bucles anteriores se puede resumir en uno más pequeño de cuatro variables: Renta, Demanda, Producción industrial y Valor añadido industrial. El cual tiene una retroalimentación positiva, lo que quiere decir que si se consigue hacer aumentar cualquiera de esas cuatro variables, el sector industrial sufrirá una expansión que será, sin duda, beneficiosa para la economía provincial.

En la figura 12 aparece el diagrama de flujos de este submodelo. Tiene dos niveles (la Producción y la Productividad), tres variables-flujo y 21 auxiliares.

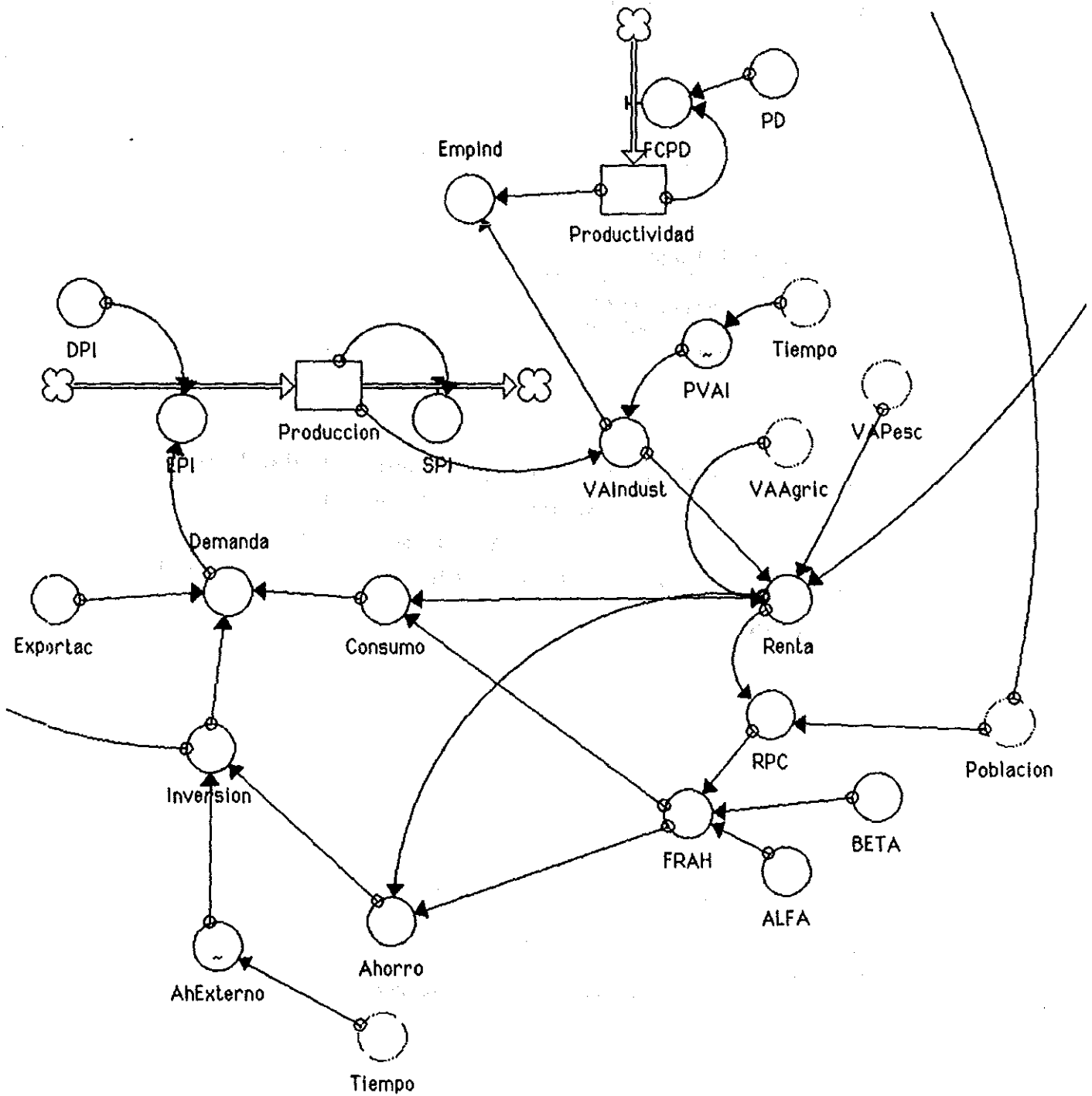


Fig. 12

### Ecuaciones del modelo

La Renta de Lugo se calcula sumando los diferentes valores añadidos: agrícola, pesquero, industrial y servicios:

$$[Ec. 32] \quad Renta = VA_{Agric} + VA_{Pesc} + VA_{Indust} + VA_{Servicios}$$

Renta = Renta de Lugo  
 VA<sub>Agric</sub> = Valor añadido agrícola  
 VA<sub>Pesc</sub> = Valor añadido pesquero  
 VA<sub>Indust</sub> = Valor añadido industrial  
 VA<sub>Servicios</sub> = Valor añadido de los servicios

Conocida la Renta de la provincia podremos calcular la parte que de ella se ahorra y la que se consume. El cálculo se realiza a través de dos parámetros ALFA y BETA, que son extraídos de una modelo de regresión en el que la variable independiente es la renta per capita (RPC):

$$[Ec. 33] \quad FRAH = ALFA + BETA * RPC$$

$$[Ec. 34] \quad RPC = Renta / Población$$

FRAH = Fracción de la renta de Lugo que se ahorra  
 Renta = Renta de Lugo  
 Población = Población total de Lugo  
 RPC = Renta per capita  
 ALFA y BETA = Parámetros del modelo de regresión

El ahorro y el consumo se calcularán a través de la variable FRAH.

$$[Ec. 35] \quad Ahorro = FRAH * Renta$$

$$[Ec. 36] \quad Consumo = Renta * (1 - FRAH)$$

Ahorro = Ahorro provincial  
 ERAH = Fracción de la renta que se ahorra  
 Renta = Renta provincial  
 Consumo = Consumo provincial

La inversión total en Lugo durante un año se obtendrá sumando al ahorro provincial y el procedente del exterior (que habrá que determinar para cada año de la simulación):

$$[\text{Ec. 37}] \quad \text{Inversión} = \text{Ahorro} + \text{AhExterno}$$

Inversión = Inversión provincial  
 Ahorro = Ahorro interno lucense  
 AhExterno = Ahorro procedente del exterior

La demanda de bienes y servicios de la provincia se calcula sumando la inversión total provincial, el consumo y las exportaciones (que habrá que determinar para cada año de la simulación):

$$[\text{Ec. 38}] \quad \text{Demanda} = \text{Inversión} + \text{Consumo} + \text{Exportac}$$

Demanda = Demanda de Lugo  
 Inversión = Inversión de la provincia  
 Consumo = Consumo lucense  
 Exportac = Exportaciones de Lugo

La producción industrial es igual a la parte de la demanda compuesta por productos industriales:

$$[\text{Ec. 39}] \quad \text{Producción} = \text{Producción} + \text{EPI} - \text{SPI}$$

$$[\text{Ec. 40}] \quad \text{SPI} = \text{Producción}$$

$$[\text{Ec. 41}] \quad \text{EPI} = \text{Demanda} * \text{DPI}$$

Producción = Producción industrial  
EPI = Variable de entrada al nivel Producción  
SPI = Variable de salida al nivel Producción  
Demanda = Demanda de Lugo  
DPI = Coeficiente representativo de los productos industriales

El empleo industrial puede ser calculado dividiendo el valor añadido industrial por la productividad, la cual estará en función de un factor de crecimiento:

$$[\text{Ec. 42}] \quad \text{EmpInd} = \text{VAIndust} / \text{Productividad}$$

$$[\text{Ec. 43}] \quad \text{Productividad} = \text{Productividad} + \text{FCPD}$$

$$[\text{Ec. 44}] \quad \text{FCPD} = \text{Productividad} * \text{PD}$$

EmpInd = Empleo industrial  
VAIndust = Valor añadido industrial  
Productividad = Productividad en la provincia de Lugo  
FCPD = Factor de crecimiento de la Productividad  
PD = Coeficiente del FCPD

El valor añadido industrial se calculará multiplicando la producción industrial por un parámetro que represente la fracción de éste que corresponde al valor añadido:

$$[\text{Ec. 45}] \quad \text{VAIndust} = \text{Producción} * \text{PVAI}$$

VAIndust = Valor añadido industrial  
Producción = Producción industrial de la provincia  
PVAI = Parámetro

### **Resultados de la simulación**

En la tabla 7 figuran los valores obtenidos por las variables: Renta de lugo, Valor añadido agrícola, Valor añadido industrial, Valor añadido pesquero y Valor añadido de servicios. Mientras que su comportamiento desde un punto de vista gráfico puede observarse en la figura 13. Como se puede apreciar en la figura, el aumento de la Renta viene producido por el aumento de los valores añadidos agrícola e industrial, pues el de servicios es prácticamente estable y el pesquero no cuenta por tener unos valores irrelevantes.

En la tabla 8 y en la figura 14 se analiza la evolución de las variables: Producción, Productividad, Valor añadido Industrial y Empleos industriales. La Productividad aumenta un 61% a lo largo de la simulación. Por otro lado, los empleos aumentan un 29% durante los 25 años considerados. Estas dos variables actúan en sentido contrario, es decir, a más productividad menos empleos y lo contrario: así que si se produce un alza de ambas es que la producción industrial crece mucho más rápidamente, de hecho un 63% durante toda la simulación. El valor añadido aumenta a razón de un 107% durante el periodo estudiado.

En la tabla 9 y en la figura 15 se representan las variables: Renta, Ahorro y Consumo. Se detecta una mayor elevación del ahorro en los últimos años de la simulación, de hecho aumenta a razón de un 164% durante los 25 años, mientras que el consumo sólo lo hace en un 39%. Mientras que la Renta aumenta a razón de un 66%.

Time	Renta	VAAgric	VAIndust	VAPesc	VAServicios
1.00	2.04e+11	3.07e+10	3.26e+10	2083393	1.41e+11
2.00	2.08e+11	3.26e+10	3.33e+10	2083393	1.42e+11
3.00	2.12e+11	3.47e+10	3.43e+10	2083393	1.43e+11
4.00	2.17e+11	3.69e+10	3.54e+10	2083393	1.44e+11
5.00	2.22e+11	3.93e+10	3.67e+10	2083393	1.46e+11
6.00	2.27e+11	4.19e+10	3.82e+10	2147343	1.47e+11
7.00	2.32e+11	4.46e+10	3.98e+10	2212248	1.48e+11
8.00	2.38e+11	4.72e+10	4.12e+10	2245058	1.49e+11
9.00	2.42e+11	4.96e+10	4.24e+10	2245058	1.50e+11
10.00	2.47e+11	5.20e+10	4.35e+10	2245058	1.51e+11
11.00	2.52e+11	5.51e+10	4.45e+10	2252359	1.52e+11
12.00	2.57e+11	5.84e+10	4.57e+10	2259660	1.53e+11
13.00	2.63e+11	6.18e+10	4.69e+10	2274262	1.54e+11
14.00	2.68e+11	6.54e+10	4.79e+10	2296165	1.55e+11
15.00	2.74e+11	6.90e+10	4.89e+10	2318068	1.56e+11
16.00	2.80e+11	7.24e+10	5.10e+10	2306386	1.57e+11
17.00	2.87e+11	7.58e+10	5.34e+10	2294585	1.58e+11
18.00	2.93e+11	7.90e+10	5.55e+10	2292216	1.59e+11
19.00	2.99e+11	8.19e+10	5.74e+10	2299368	1.60e+11
20.00	3.04e+11	8.48e+10	5.91e+10	2306520	1.60e+11
21.00	3.10e+11	8.82e+10	6.01e+10	2299368	1.61e+11
22.00	3.15e+11	9.17e+10	6.12e+10	2292216	1.62e+11
23.00	3.21e+11	9.58e+10	6.27e+10	2330420	1.63e+11
24.00	3.29e+11	1.01e+11	6.50e+10	2414337	1.64e+11
25.00	3.38e+11	1.06e+11	6.77e+10	2498730	1.64e+11

Tabla 7

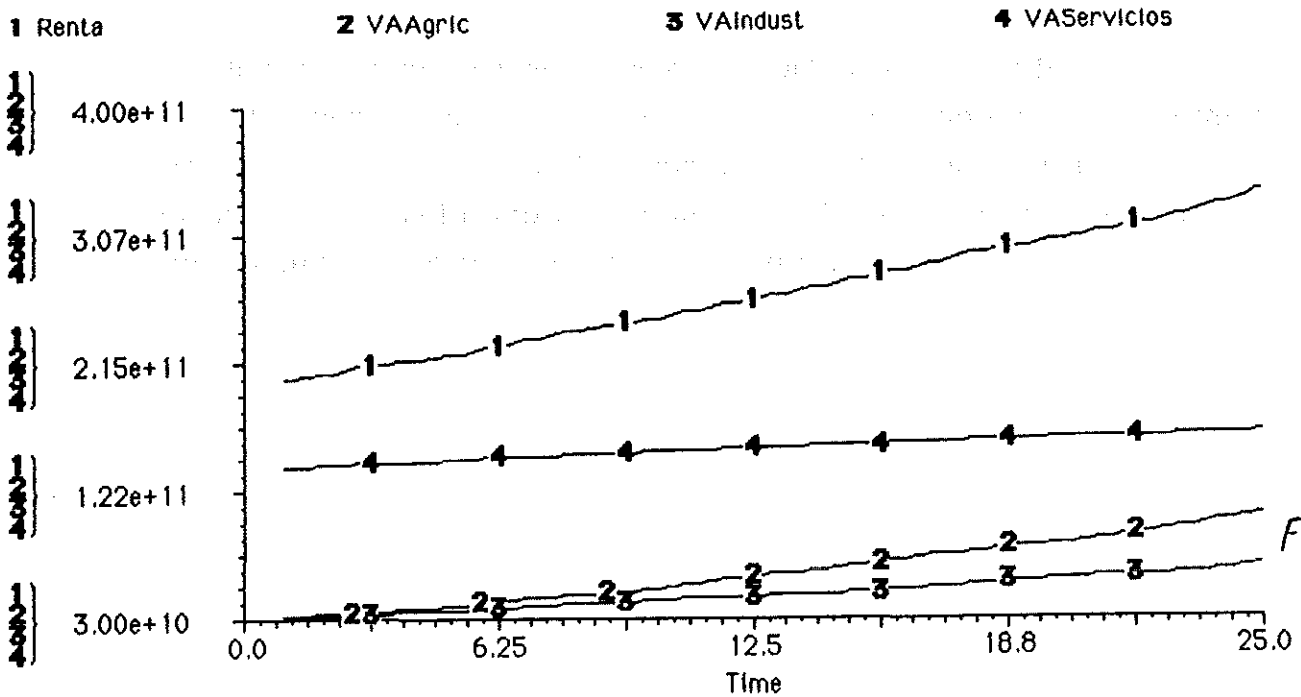


Fig.13

Time	Produccion	Productividad	VAIndust	Emplnd
1.00	1.05e+11	1045276	3.26e+10	31209
2.00	1.06e+11	1066182	3.33e+10	31259
3.00	1.08e+11	1087505	3.43e+10	31533
4.00	1.10e+11	1109255	3.54e+10	31952
5.00	1.13e+11	1131440	3.67e+10	32406
6.00	1.15e+11	1154069	3.82e+10	33069
7.00	1.18e+11	1177151	3.98e+10	33795
8.00	1.21e+11	1200694	4.12e+10	34335
9.00	1.24e+11	1224707	4.24e+10	34607
10.00	1.26e+11	1249202	4.35e+10	34791
11.00	1.28e+11	1274186	4.45e+10	34949
12.00	1.31e+11	1299669	4.57e+10	35196
13.00	1.34e+11	1325663	4.69e+10	35355
14.00	1.37e+11	1352176	4.79e+10	35406
15.00	1.40e+11	1379220	4.89e+10	35442
16.00	1.43e+11	1406804	5.10e+10	36274
17.00	1.46e+11	1434940	5.34e+10	37207
18.00	1.49e+11	1463639	5.55e+10	37951
19.00	1.53e+11	1492912	5.74e+10	38415
20.00	1.55e+11	1522770	5.91e+10	38783
21.00	1.58e+11	1553225	6.01e+10	38716
22.00	1.61e+11	1584290	6.12e+10	38623
23.00	1.64e+11	1615976	6.27e+10	38818
24.00	1.67e+11	1648295	6.50e+10	39446
25.00	1.71e+11	1681261	6.77e+10	40241

Tabla 8

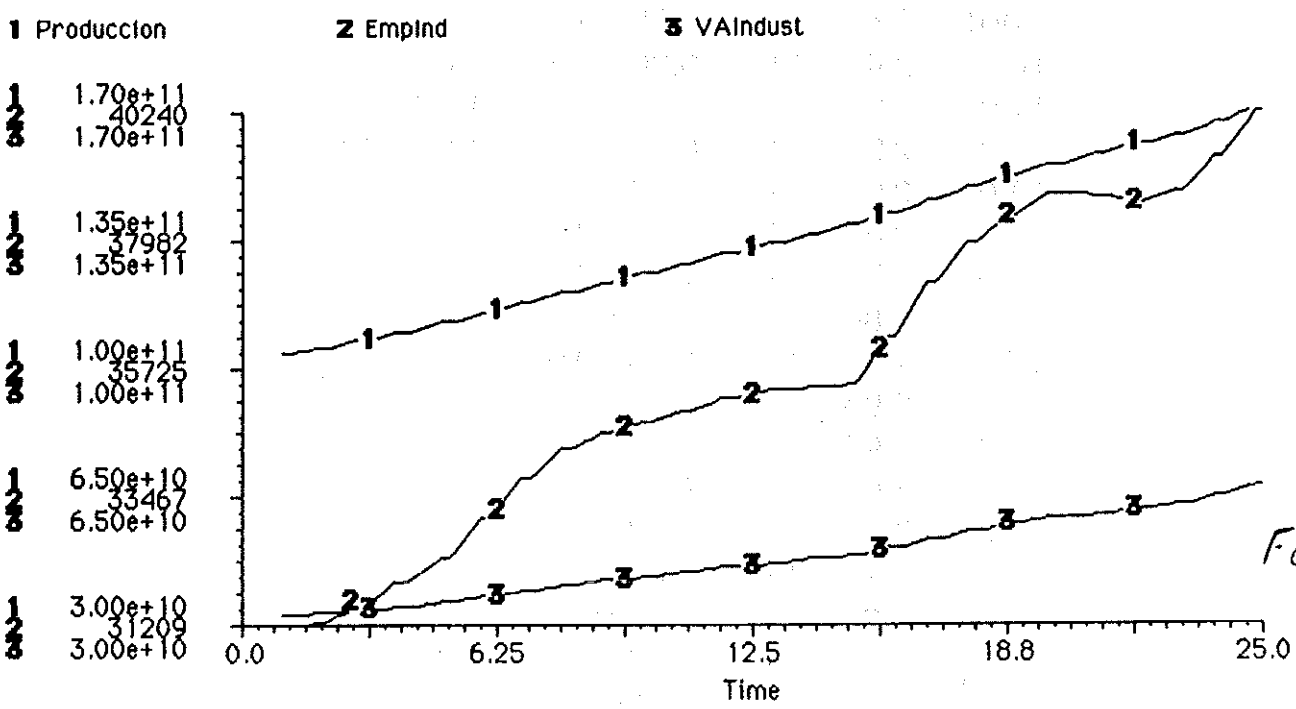


Fig. 14

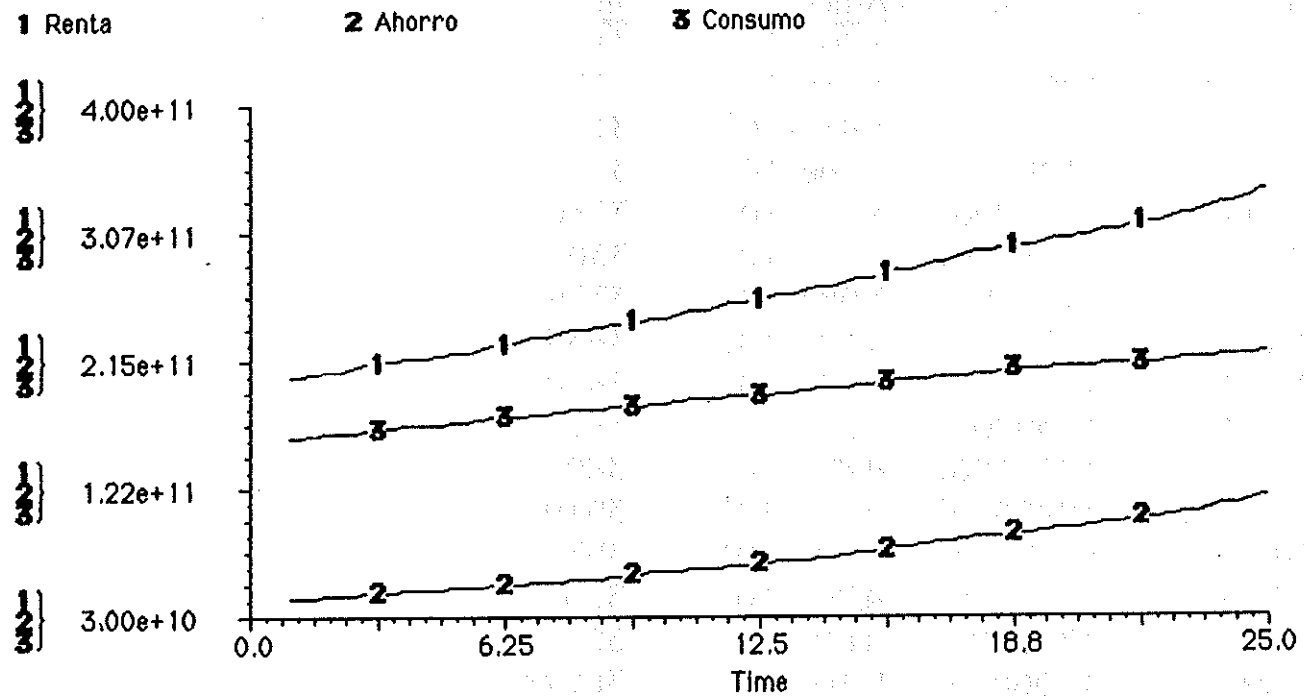


Fig. 15

Time	Renta	Ahorro	Consumo
1.00	2.04e+11	4.40e+10	1.60e+11
2.00	2.08e+11	4.55e+10	1.62e+11
3.00	2.12e+11	4.71e+10	1.65e+11
4.00	2.17e+11	4.89e+10	1.68e+11
5.00	2.22e+11	5.09e+10	1.71e+11
6.00	2.27e+11	5.30e+10	1.74e+11
7.00	2.32e+11	5.54e+10	1.77e+11
8.00	2.38e+11	5.77e+10	1.80e+11
9.00	2.42e+11	5.98e+10	1.82e+11
10.0	2.47e+11	6.20e+10	1.85e+11
11.0	2.52e+11	6.46e+10	1.87e+11
12.0	2.57e+11	6.73e+10	1.90e+11
13.0	2.63e+11	7.02e+10	1.93e+11
14.0	2.68e+11	7.32e+10	1.95e+11
15.0	2.74e+11	7.62e+10	1.98e+11
16.0	2.80e+11	7.98e+10	2.01e+11
17.0	2.87e+11	8.35e+10	2.04e+11
18.0	2.93e+11	8.71e+10	2.06e+11
19.0	2.99e+11	9.05e+10	2.08e+11
20.0	3.04e+11	9.39e+10	2.10e+11
21.0	3.10e+11	9.74e+10	2.12e+11
22.0	3.15e+11	1.01e+11	2.14e+11
23.0	3.21e+11	1.05e+11	2.16e+11
24.0	3.29e+11	1.10e+11	2.19e+11
25.0	3.38e+11	1.16e+11	2.22e+11

Tabla 9

## 5. El submodelo de servicios

Es este el último de los cuatro submodelos que componen el modelo LUGO y en él trataremos de estudiar tanto el empleo generado en servicios como el valor añadido de los mismos. Y como siempre, comenzaremos analizando el diagrama causal de dicho submodelo, que puede apreciarse en la figura 16 y en el que aparecen tres bucles, dos de ellos con retroalimentación negativa y uno con positiva.

Los dos bucles con retroalimentación negativa son muy semejantes, puesto que se componen de las variables: Empleo en servicios, Factor de crecimiento de la inversión en servicios, Inversión real en servicios y Nuevos empleos en servicios. Y el otro bucle incorpora, además, la variable Nuevos empleados demandados en servicios.

El bucle con retroalimentación positiva se compone de las variables: Empleo en servicios, Valor añadido en servicios, Renta de Lugo, Ahorro interno, Inversión total en la provincia, Inversión normal en servicios, Inversión real en los mismos y Nuevos empleos en servicios.

En realidad, es este último bucle el que hace crecer (o decrecer) los empleados en servicios, mientras que los otros dos tienden a estabilizar el número de los mismos.

En la figura 17 se muestra el diagrama de flujos correspondiente a dicho sector servicios, que se compone de dos niveles, de otras dos variables-flujos y de 14 variables auxiliares.

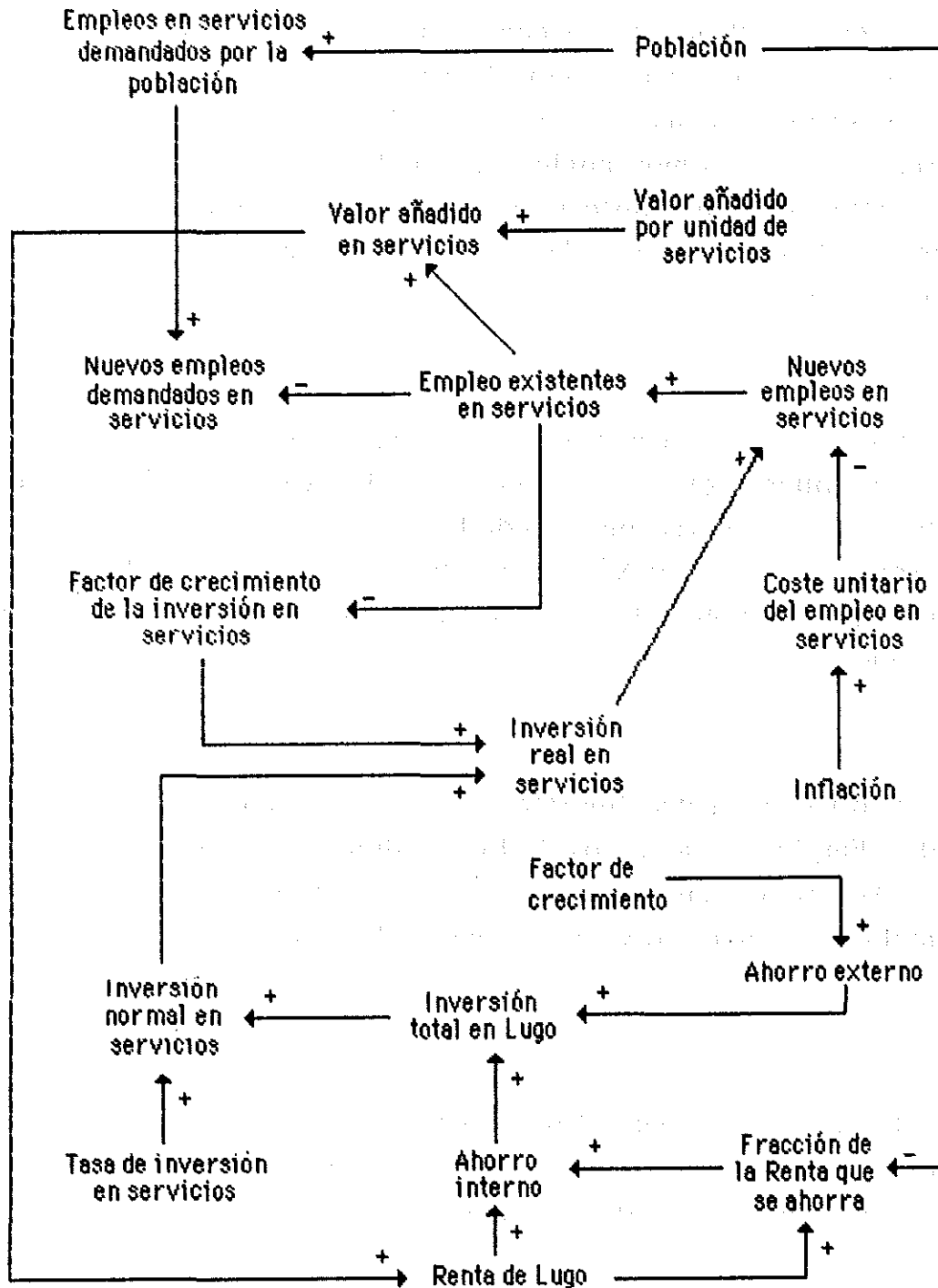


Fig 16 Diagrama de influencias del sector servicios

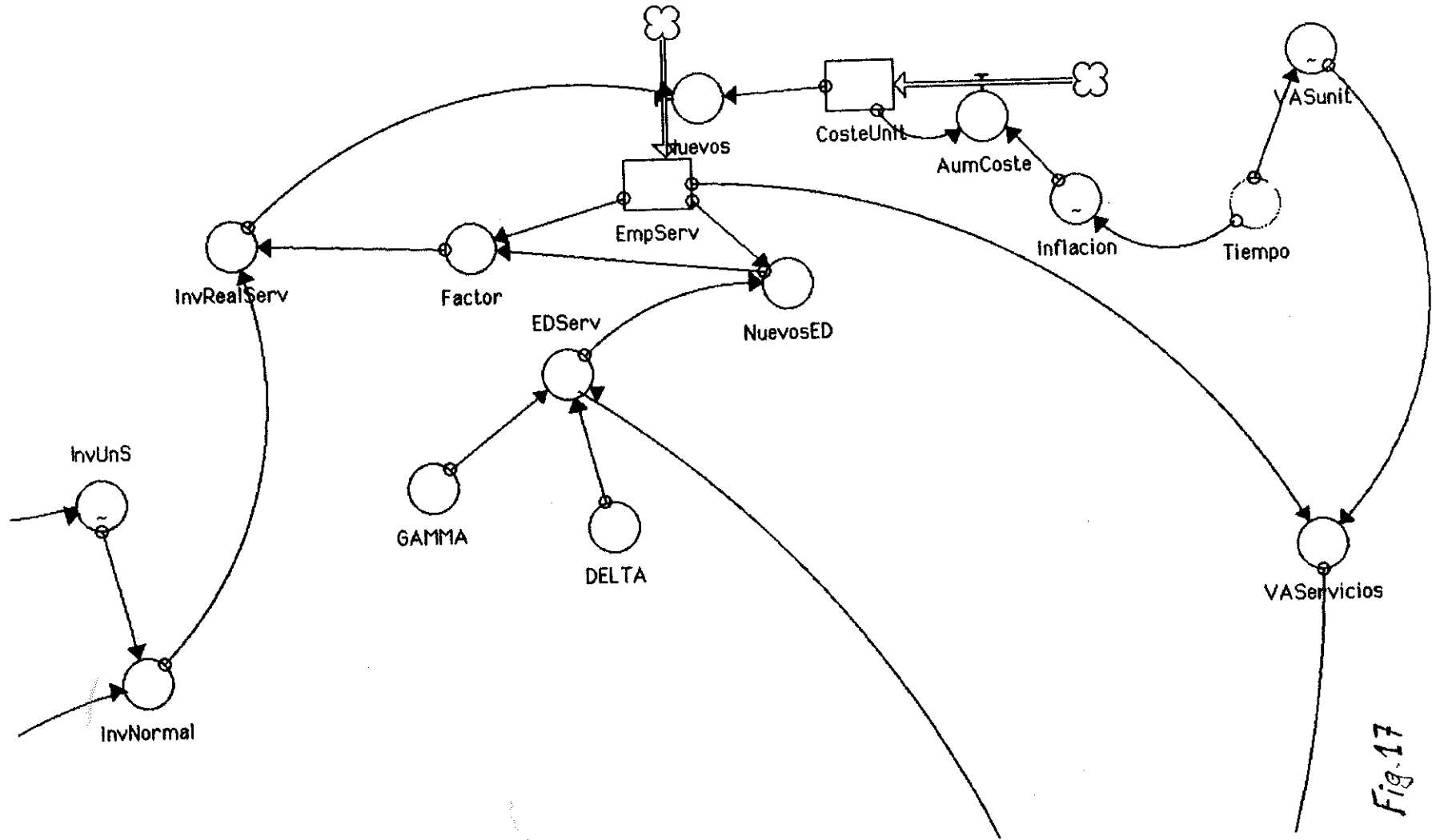


Fig.17

### **Ecuaciones del submodelo**

Los empleos en servicios demandados por la población serán una función creciente de ésta. Donde DELTA Y GAMMA son dos parámetros a determinar (DELTA deberá ser estimado para toda la simulación); la razón del signo menos que acompaña a GAMMA se debe a la suposición de que existe un mínimo de la población que no demanda servicios:

$$[\text{Ec. 46}] \quad \text{EDServ} = \text{Población} * \text{DELTA} - \text{GAMMA}$$

**EDServ = Empleos en servicios demandados**  
**Población = Población de Lugo**  
**DELTA, GAMMA = Parámetros del modelo**

Si a los empleos que la población demanda en la actualidad, le sustraemos los empleos que ya existen actualmente en dicho sector, obtendremos los nuevos empleos demandados en Servicios:

$$[\text{Ec. 47}] \quad \text{Nuevos ED} = \text{EDServ} - \text{EmpServ}$$

**Nuevos ED = Nuevos empleos demandados**  
**EDServ = Empleos demandados por la población**  
**EmpServ = Empleos en el sector de Servicios**

La relación entre estos nuevos empleos demandados y el empleo actual en Servicios, recibe el nombre de factor de crecimiento de la inversión en dicho sector:

$$[\text{Ec. 48}] \quad \text{Factor} = \text{NuevosED} / \text{EmpServ}$$

Factor = Factor de crecimiento de la inversión  
 NuevosED = Nuevos empleos demandados  
 EmpServ = Empleos en Servicios

Dicho factor, multiplicado por la inversión normal en Servicios en la provincia de Lugo, nos da la inversión real en Servicios de dicha provincia. A su vez, la inversión normal en Servicios se calcula con base en la inversión total de la provincia (ver la ecuación 37) y con relación a un factor denominado "inversión unitaria en servicios", que será necesario determinar para toda la simulación.

$$[Ec. 49] \quad InvRealServ = InvNormal * Factor$$

$$[Ec. 50] \quad InvNormal = Inversión * InvUnS$$

InvRealServ = Inversión real en Servicios  
 InvNormal = Inversión Normal en Servicios  
 Factor = Factor de crecimiento de la inversión  
 InvUnS = Inversión unitaria en Servicios

Por lo tanto, los nuevos empleos en este sector se obtendrán relacionando dicha inversión real en servicios, con el coste de cada unidad, que, a su vez, dependerá de la inflación:

$$[Ec. 51] \quad Nuevos = InvRealServ / CosteUnit$$

$$[Ec. 52] \quad CosteUnit = CosteUnit + AumCoste$$

$$[Ec. 53] \quad AumCoste = CosteUnit * Inflación$$

$$[Ec. 54] \quad EmpServ = EmpServ + Nuevos$$

Nuevos = Nuevos empleos en servicios  
 InvRealServ = Inversión real en Servicios  
 CosteUnit = Coste unitario  
 AumCoste = Variable representativa del incremento del coste

**Inflación = Inflación del período**  
**EmpServ = Empleos reales en el sector Servicios**

El valor añadido en dicho sector se calculará multiplicando los empleos en dicho sector por el valor añadido unitario en el mismo, que deberá estimarse para toda la simulación:

$$\text{[Ec. 55]} \quad \text{VAServicios} = \text{VASunit} * \text{EmpServ}$$

**VAServicios = Valor añadido en Servicios**  
**VASunit = Valor añadido unitario**  
**EmpServ = Empleos en Servicios**

## **Resultados de la simulación**

En la tabla 10 se muestra la evolución dinámica de las variables. Empleo en Servicios, Valor añadido en Servicios e Inversión real en el sector Servicios. El empleo asciende casi un 17% a lo largo de la duración de la simulación, prácticamente lo mismo que el valor añadido. La inversión aumenta un 58%.

En la tabla 11 y en la figura 18 aparecen representados todos los empleos de cada uno de los sectores analizados, así como el empleo total de la provincia. Este último aumenta un 11%, mientras que los demás lo hacen a razón de un 3% el agrícola, un 29% el industrial, un 17% el servicios y un -36% el pesquero (que es el único que tiende a descender).

Por último, en la figura 19 y en su tabla correspondiente, la 12, aparecen unas variables, que no han sido modelizadas previamente, pero que indican cómo se reparte el empleo total entre los diversos sectores por cada año de la simulación (el empleo pesquero se considera casi despreciable). El empleo agrícola comienza siendo el 53,5% del total y acaba siendo el 49,7%; el industrial del 18,1% pasara al 21% y el de servicios ascenderá del 27,2% al 28,6%.

Por último en la figura 20 se muestra el diagrama causal del modelo LUGO al completo, con el objeto de que puedan apreciarse los principales bucles del mismo.

Time	EmpServ	VAServicios	InvRealServ
1.00	46900	1.41e+11	3.00e+9
2.00	47329	1.42e+11	3.10e+9
3.00	47747	1.43e+11	3.21e+9
4.00	48156	1.44e+11	3.32e+9
5.00	48557	1.46e+11	3.42e+9
6.00	48949	1.47e+11	3.52e+9
7.00	49332	1.48e+11	3.62e+9
8.00	49705	1.49e+11	3.71e+9
9.00	50069	1.50e+11	3.77e+9
10.0	50421	1.51e+11	3.83e+9
11.0	50761	1.52e+11	3.89e+9
12.0	51092	1.53e+11	3.95e+9
13.0	51414	1.54e+11	4.00e+9
14.0	51727	1.55e+11	4.05e+9
15.0	52031	1.56e+11	4.09e+9
16.0	52328	1.57e+11	4.14e+9
17.0	52618	1.58e+11	4.21e+9
18.0	52903	1.59e+11	4.28e+9
19.0	53185	1.60e+11	4.35e+9
20.0	53462	1.60e+11	4.41e+9
21.0	53736	1.61e+11	4.39e+9
22.0	54001	1.62e+11	4.39e+9
23.0	54259	1.63e+11	4.46e+9
24.0	54515	1.64e+11	4.61e+9
25.0	54774	1.64e+11	4.75e+9

*Tabla 10*

Time	Empleo	EmpAgric	Emplnd	EmpServ	EMP
1.00	172549	92228	31209	46900	2213
2.00	173134	92356	31259	47329	2190
3.00	173929	92484	31533	47747	2164
4.00	174855	92612	31952	48156	2134
5.00	175808	92740	32406	48557	2105
6.00	176947	92868	33069	48949	2060
7.00	178138	92996	33795	49332	2015
8.00	179112	93124	34335	49705	1948
9.00	179786	93251	34607	50069	1859
10.0	180360	93379	34791	50421	1769
11.0	180986	93506	34949	50761	1769
12.0	181692	93634	35196	51092	1769
13.0	182292	93761	35355	51414	1762
14.0	182768	93888	35406	51727	1747
15.0	183221	94015	35442	52031	1732
16.0	184431	94142	36274	52328	1687
17.0	185737	94269	37207	52618	1643
18.0	186867	94395	37951	52903	1617
19.0	187731	94522	38415	53185	1609
20.0	188496	94648	38783	53462	1602
21.0	188836	94775	38716	53736	1609
22.0	189142	94901	38623	54001	1617
23.0	189695	95027	38818	54259	1591
24.0	190646	95153	39446	54515	1531
25.0	191765	95279	40241	54774	1471

Tabla 11

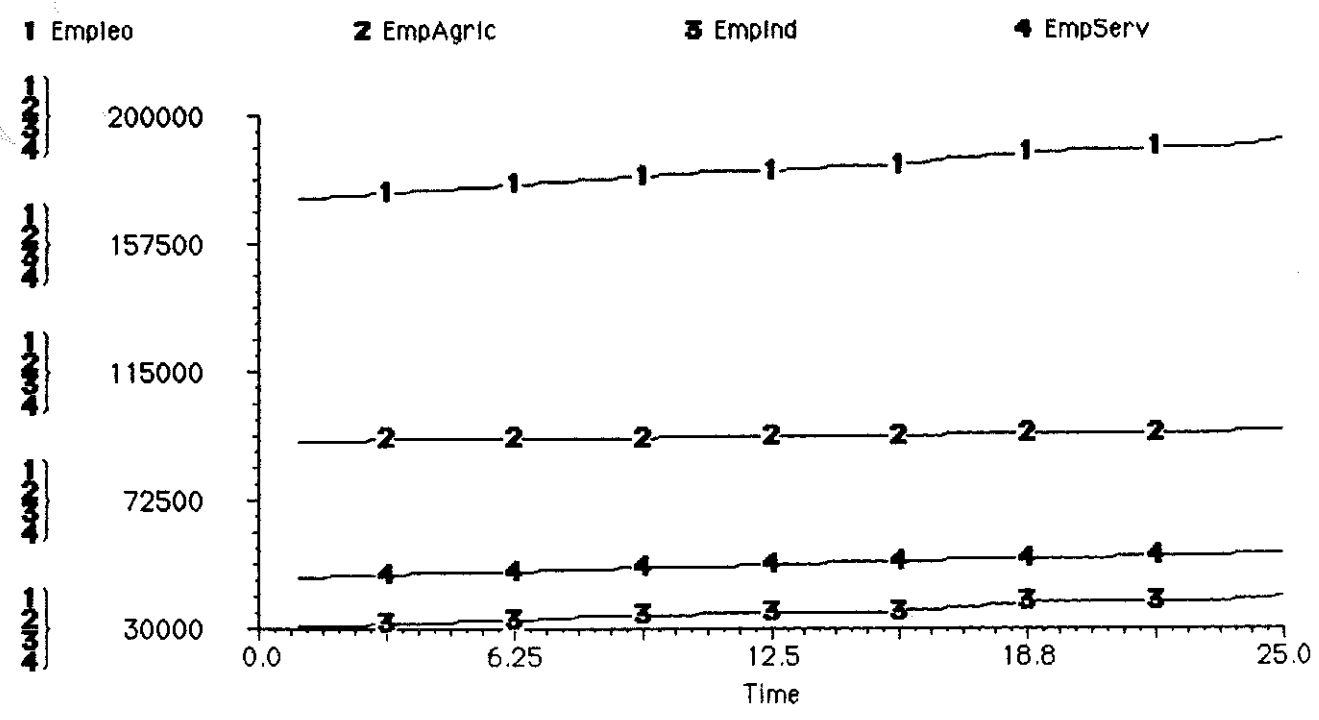
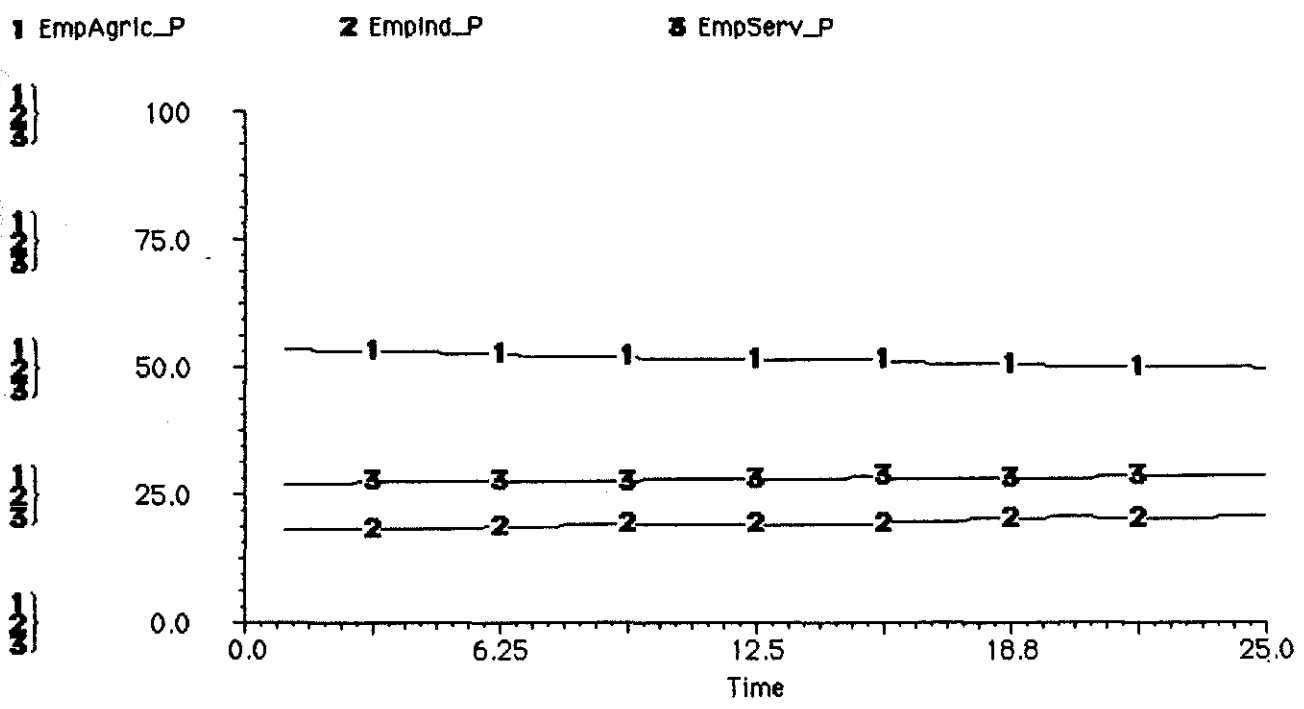


Fig. 18



Time	EmpAgric_P	EmpInd_P	EmpServ_P
1.00	53.5	18.1	27.2
2.00	53.3	18.1	27.3
3.00	53.2	18.1	27.5
4.00	53.0	18.3	27.5
5.00	52.8	18.4	27.6
6.00	52.5	18.7	27.7
7.00	52.2	19.0	27.7
8.00	52.0	19.2	27.8
9.00	51.9	19.2	27.8
10.00	51.8	19.3	28.0
11.00	51.7	19.3	28.0
12.00	51.5	19.4	28.1
13.00	51.4	19.4	28.2
14.00	51.4	19.4	28.3
15.00	51.3	19.3	28.4
16.00	51.0	19.7	28.4
17.00	50.8	20.0	28.3
18.00	50.5	20.3	28.3
19.00	50.3	20.5	28.3
20.00	50.2	20.6	28.4
21.00	50.2	20.5	28.5
22.00	50.2	20.4	28.6
23.00	50.1	20.5	28.6
24.00	49.9	20.7	28.6
25.00	49.7	21.0	28.6

Tabla 12

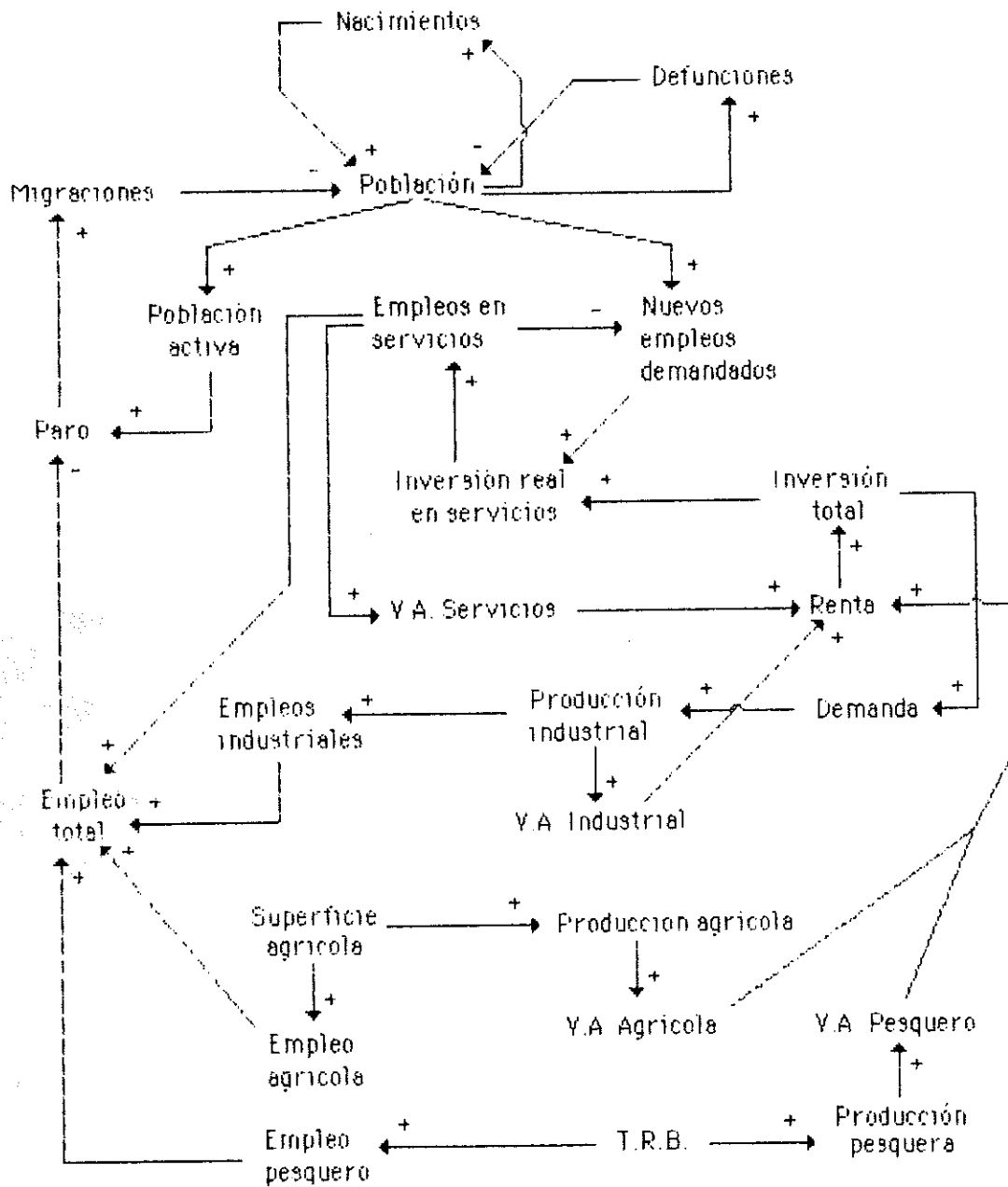


Fig 20 Diagrama de influencias del modelo LUGO

Ecuaciones del modelo

LUGO

- CosteUnit = CosteUnit + AumCoste  
INIT(CosteUnit) = 7000000
- EmpServ = EmpServ + Nuevos  
INIT(EmpServ) = 46900
- PobF = PobF + NacF - DefF - MigF  
INIT(PobF) = 202771
- PobM = PobM - DefM + NacM - MigM  
INIT(PobM) = 196461
- Produccion = Produccion + EPI - SPI  
INIT(Produccion) = 104557000000
- Productividad = Productividad + FCPD  
INIT(Productividad) = 1045276
- RHF = RHF + IncRHF  
INIT(RHF) = 52000
- RHR = RHR + IncRHR  
INIT(RHR) = 121810
- RHS = RHS + IncRHS  
INIT(RHS) = 101210
- SupForestal = SupForestal + SF - SFS  
INIT(SupForestal) = 625800
- SupRegadio = SupRegadio + SSR  
INIT(SupRegadio) = 16500
- SupSecano = SupSecano + SFS - SSR  
INIT(SupSecano) = 218100
- Ahorro = FRAH\*Renta
- ALFA = .088
- AumCoste = CosteUnit\*Inflacion
- BETA = .00000025
- Consumo = Renta\*(1-FRAH)
- DefF = PobF\*TMortF
- DefM = PobM\*TMortM
- DELTA = .15+RAMP(.0015,1)
- Demanda = Inversion+Consumo+Exportac
- DPI = .52
- EDServ = Poblacion\*DELTA-GAMMA
- EMP = TRB\*EmpTRB
- EmpAgric = EmpFor+EmpSec+EmpReg
- EmpFor = SupForestal\*EUF
- EmpInd = VAIndust/Productividad
- Empleo = EmpAgric+EMP+EmpInd+EmpServ
- EmpReg = EUR\*SupRegadio
- EmpSec = SupSecano\*EUS
- EPI = Demanda\*DPI
- EUF = .00006
- EUS = .4
- Exportac = 0
- Factor = NuevosED/EmpServ

- FCPD = Productividad\*PD
- FMigrar = .044
- FRAH = ALFA+BETA\*RPC
- GAMMA = 500
- IncRHF = Inflacion\*RHF
- IncRHR = Inflacion\*RHR
- IncRHS = RHS\*Inflacion
- Inversion = Ahorro+AhExterno
- InvNormal = Inversion\*InvUnS
- InvRealServ = InvNormal\*Factor
- MigF = MigM
- MigM = Paro\*FMigrar
- NacF = PobF\*TFert\*0.487
- NacM = PobF\*TFert\*0.513
- Nuevos = InvRealServ/CosteUnit
- NuevosED = EDServ-EmpServ
- PActiva = PobM\*TActM+PobF\*TActF
- Paro = PActiva-Empleo
- PD = .02
- Poblacion = PobM+PobF
- ProdAgric = SupSecano\*RHS+SupRegadio\*RHR+SupForestal\*RHF
- ProdPesca = TRB\*RUTRB
- Renta = VAAgric+VAPesc+VAIndust+VAServicios
- RPC = Renta/Poblacion
- SF = 0
- SFS = SupForestal\*.0006
- SPI = Produccion
- SSR = SupSecano\*.001
- Tiempo = TIME
- VAAgric = ProdAgric\*PMUnit
- VAIndust = Produccion\*PVAI
- VAPesc = PMUnitP\*ProdPesca
- VAServicios = VASunit\*EmpServ
- AhExterno = graph(Tiempo)
  - 0.0 -> 46000000
  - 0.100 -> 48500000
  - 0.200 -> 54000000
  - 0.300 -> 58000000
  - 0.400 -> 64500000
  - 0.500 -> 69000000
  - 0.600 -> 73000000
  - 0.700 -> 79500000
  - 0.800 -> 87500000
  - 0.900 -> 93500000
  - 1.00 -> 99500000
- EmpTRB = graph(Tiempo)
  - 0.0 -> 0.150

2.50 → 0.146

5.00 → 0.141

7.50 → 0.134

10.0 → 0.119

12.5 → 0.119

15.0 → 0.116

• 17.5 → 0.109

20.0 → 0.107

• 22.5 → 0.109

25.0 → 0.0988

⊗ EUR = graph(Tiempo)

0.0 → 0.495

0.100 → 0.470

0.200 → 0.450

0.300 → 0.420

0.400 → 0.405

0.500 → 0.375

0.600 → 0.360

0.700 → 0.350

• 0.800 → 0.335

0.900 → 0.320

1.00 → 0.300

⊗ Inflacion = graph(Tiempo)

0.0 → 0.0595

2.50 → 0.0570

5.00 → 0.0545

7.50 → 0.0510

10.0 → 0.0460

12.5 → 0.0415

15.0 → 0.0350

17.5 → 0.0305

20.0 → 0.0275

22.5 → 0.0240

25.0 → 0.0205

⊗ InvUnS = graph(Tiempo)

• 0.0 → 0.252

2.50 → 0.261

• 5.00 → 0.271

7.50 → 0.279

10.0 → 0.287

12.5 → 0.296

15.0 → 0.307

17.5 → 0.317

20.0 → 0.331

22.5 → 0.337

25.0 → 0.362

⊗ PMUnit = graph(Tiempo)

0.0 -> 0.540  
2.50 -> 0.545  
5.00 -> 0.555  
7.50 -> 0.570  
10.0 -> 0.570  
12.5 -> 0.590  
15.0 -> 0.615  
17.5 -> 0.635  
20.0 -> 0.645  
22.5 -> 0.665  
25.0 -> 0.710

☉ PUnitP = graph(Tiempo)

0.0 -> 0.595  
2.50 -> 0.595  
5.00 -> 0.595  
7.50 -> 0.615  
10.0 -> 0.615  
12.5 -> 0.620  
15.0 -> 0.635  
17.5 -> 0.640  
20.0 -> 0.645  
22.5 -> 0.640  
25.0 -> 0.645

☉ PVAI = graph(Tiempo)

0.0 -> 0.310  
2.50 -> 0.315  
5.00 -> 0.325  
7.50 -> 0.340  
10.0 -> 0.345  
12.5 -> 0.350  
15.0 -> 0.350  
17.5 -> 0.370  
20.0 -> 0.380  
22.5 -> 0.380  
25.0 -> 0.395

☉ RUTRB = graph(Tiempo)

0.0 -> 235.0  
2.50 -> 235.0  
5.00 -> 235.0  
7.50 -> 245.0  
10.0 -> 245.0  
12.5 -> 245.0  
15.0 -> 245.0  
17.5 -> 240.0  
20.0 -> 240.0  
22.5 -> 240.0  
25.0 -> 260.0

☒ I ActF = graph(Tiempo)

- 0.0 → 0.325
- 2.50 → 0.345
- 5.00 → 0.380
- 7.50 → 0.410
- 10.0 → 0.445
- 12.5 → 0.470
- 15.0 → 0.485
- 17.5 → 0.490
- 20.0 → 0.540
- 22.5 → 0.550
- 25.0 → 0.600

☒ T ActM = graph(Tiempo)

- 0.0 → 0.550
- 0.100 → 0.550
- 0.200 → 0.550
- 0.300 → 0.550
- 0.400 → 0.550
- 0.500 → 0.550
- 0.600 → 0.550
- 0.700 → 0.550
- 0.800 → 0.550
- 0.900 → 0.550
- 1.00 → 0.550

☒ TFert = graph(Tiempo)

- 0.0 → 0.0158
- 2.500 → 0.0134
- 5.000 → 0.0110
- 7.500 → 0.00920
- 10.000 → 0.00720
- 12.500 → 0.00500
- 15.000 → 0.00340
- 17.500 → 0.00340
- 20.000 → 0.00340
- 22.500 → 0.00340
- 25.000 → 0.00340

☒ TMortF = graph(Tiempo)

- 0.0 → 0.0103
- 2.500 → 0.0103
- 5.000 → 0.0103
- 7.500 → 0.0103
- 10.000 → 0.0103
- 12.500 → 0.0103
- 15.000 → 0.0103
- 17.500 → 0.0103
- 20.000 → 0.0103
- 22.500 → 0.0103