

Una propuesta para la ampliación del campo de aplicación de “Matrice d'Impacts Croisés Multiplication” (MICMAC) a los casos en que no se alcanza la estabilización.

Carlos M. Dema, Teresa Barberá¹

¹ Dpto. de Organización de Empresas. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Valencia. Universidad Politécnica de Valencia Camino de Vera s/n, 46022 Valencia. cmdema@doe.upv.es, mabarri@doe.upv.es.

Resumen

El Análisis Estructural (MICMAC) constituye una interesante herramienta a la hora de reducir de forma objetiva el número de variables consideradas para explicar el comportamiento de un proceso. Por ello, ha sido frecuentemente utilizado en estudios de carácter prospectivo y estratégico. El carácter cualitativo del método, que permite enriquecer los estudios incorporando nuevas variables, no es óbice para profundizar en los fundamentos matemáticos que se sitúan en la base de la metodología. En la presente comunicación se incide en la restricción que supone basar el método en la necesaria clasificación de las clasificaciones de las variables en función de su motricidad su dependencia, comprobando que realmente no es posible aseverar que la estabilidad se produce necesariamente y proponiendo una extensión al método original para contemplar estas situaciones manteniendo los mismos principios y línea de desarrollo que el método original.

Palabras clave: Matrice d'Impacts Croisés Multiplication (MICMAC). Motricidad;

1. Introducción.

1.1. Propósito

La fragilidad teórica del Análisis Estructural y del Juego de Actores fue planteada a finales de los 90's (Lesourne, 1989) sugiriéndose direcciones para la investigación. Esta misma línea se amplió a nivel general y conceptual (Gonod, 1990; 1994, 1996), como en el campo específico en el campo de la prospectiva regional (Gonod, 1994), Por ello desde principios de los 90's se inició una línea de investigación tendente a resolver, o minimizar, los problemas que plantea la metodología. Uno de los puntos débiles consiste en basar su clasificación MICMAC en el orden de relaciones a partir del cual se logra la estabilidad de las clasificaciones de las variables sobre la base de su motricidad y dependencia. De esta característica surgen tres cuestiones:

- ¿Realmente se puede asegurar que al generar las matrices de relaciones indirectas la estabilización se logre para valores relativamente bajos?
- ¿Es posible demostrar que conforme el orden de las relaciones tiende a infinito se alcanza necesariamente la estabilización de las clasificaciones de las variables según su motricidad y su dependencia?
- ¿Dado que el método no impone restricción alguna en cuanto al orden de colocación de las variables, se podría acelerar el proceso de estabilización, modificando el orden de colocación de las variables, o este es una propiedad de las relaciones, es decir, de la estructura del sistema, y por ello independiente del orden en que se sitúan? ¿Las

clasificaciones MOT-DEP se mantienen al modificar el orden en que se sitúan las variables?

En la presente comunicación se aborda la tercera de estas cuestiones.

1.2. Metodología

En los aspectos relativos a la estabilidad de las clasificaciones de las variables, según sus valores de motricidad y dependencia, se ha procedido de forma empírica generando aleatoriamente una muestra de 800 matrices 25x25, bajo diferentes tipologías⁴⁶, y analizando los resultados

En los aspectos relativos al desarrollo de un modelo que permitiera abordar los sistemas en que no se logra la estabilización se ha procedido siguiendo la metodología “adaptativa o de exploración mixta⁴⁷” (Etzioni, 1973) a partir de las bases de la metodología “Matrice d’Impacts Croisés Multiplication”(MICMAC) (Godet, 1991;1993), en aras de desarrollar una extensión de la metodología original que mantuviera los mismos principios y características básicas del MICMAC: simplicidad, claridad y trazabilidad de los resultados.

1.3. Aportaciones

- Se demuestra que la idea expuesta tradicionalmente de que las clasificaciones de las variables se estabilizan no es cierta.
- Se propone un modelo alternativo, que siguiendo la misma línea supera la no estabilización de las clasificaciones.

1.4. Relevancia de los resultados

Se universaliza el campo de aplicación de la metodología MICMAC.

2. EL MICMAC (MATRICE D’IMPACTS CROISÉS MULTIPLICATION) como herramienta fundamental en los trabajos de prospectiva y en el estudio de sistemas y procesos en general.

El Análisis Estructural⁴⁸, (MICMAC) nace de los trabajos del Profesor Wanti (Godet, 1991-69) fue desarrollado inicialmente, por el profesor M. Godet y sus colaboradores en la Universidad Paris Dauphine y, posteriormente, por el *Laboratoire d’Innovation , de Prospective Stratégique et d’Organization* (L.I.P.S.O.R.) en el marco del *Conservatoire National des Arts et Métiers* (C.N.A.M.) de Paris.

⁴⁶ Siguiendo a U. Schendel (1989) para la formación de las matrices se han utilizado las tipologías siguientes: triangulares, triangulares con escalón, de bloques en diagonal, de bloques en las dos diagonales, de bloques en diagonal con bandas laterales, en bandas, en bandas con escalón y matrices sin estructura

⁴⁶ Esta metodología en sus orígenes estaba destinada a la mejora de los procesos de toma de decisiones eliminando algunas de las limitaciones que plantea el método racional.

⁴⁶ Gonod (1994-8) refleja la idea , ya propuesta anteriormente, de que la denominación “análisis estructural” es incorrecta ya que, por un lado realmente no se basa en la estructura como tal; y en segundo porque al basarse en los sistemas que son una construcción mental o abstracción de la realidad, se debería denominar como” Análisis por sistemas” o Aproximación sistémica”. Planteó que sería más apropiado denominar a estas matrices “matrices de interdependencia” más que matrices estructurales. Ya que realmente no reflejan la estructura conforme la concepción actual de la organización del sistema. (Gonod., 1996-21)

El método MICMAC permite sacar a la luz, no las variables ocultas, sino las relaciones ocultas y proporcionar una medida de su influencia global sobre el comportamiento del proceso, desvelando las variables con una influencia aparentemente débil, influyen con mayor intensidad que otras que inicialmente aparecían como más significativas (Gonod, 1996-20)

Esta técnica se ha mostrado como una herramienta muy útil en los problemas de modelización permitiendo, desde un enfoque sistémico, conocer, en una primera aproximación, las variables más significativas para explicar el comportamiento del sistema objeto del estudio y sacar a la luz posibles efectos contraintuitivos. El análisis MICMAC constituye una herramienta con un amplio espectro de aplicaciones, desde 1990 a 1995 los trabajos investigación realizados utilizando esta metodología se habían sido más de 500 (Gonod. 1996-17) .Como ejemplos significativos de los realizados en los últimos años se pueden citar: “Regulation of the Telecommunications Industry (Horizon 2010)”, “The Aluminium Industry, EDF: The utility of Futures Thinking”, “I.C.W. 2010: Linking for a new Individual Combat Weapon”., “I.T.S: Global Sceneries, Scenario Building at Axa France”, “Will Paris Need a third Airport in 2030?. If So, Where?, “ (Godet, 2005).

2.1. La metodología del Análisis Estructural.

El análisis estructural consta de tres etapas básicas. El objetivo de la primera consiste en la identificación de todas aquellas variables que pueden ser significativas, en principio, para el comportamiento del sistema en estudio. Esta relación de variables debe ser lo más extensa posible, y para su confección cabe la utilización de un amplio abanico de técnicas para el espoleo de la creatividad. “Además, considerando la naturaleza del fenómeno estudiado, con frecuencia es aconsejable reagrupar a priori los datos para establecer las diferencias entre variables internas y variables externas.

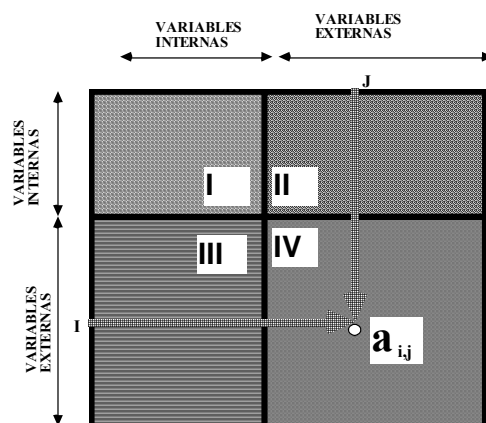


Figura 1. Matriz de Relaciones Directas.

“Las variables internas son las que caracterizan el subsistema objeto de estudio mientras que las variables externas son las que caracterizan su entorno” (Godet, 1991-72). Para descubrir estas variables es útil utilizar diferentes puntos de vista; político, económico, tecnológico, social... etc. En esta etapa se plantea el problema de la percepción: diferentes analistas al estudiar el sistema incluirán diferentes variables en función de los modelos mentales previos que posean, es decir, en función de su formación y de su experiencia enriqueciendo con ello el estudio del modelo. M. Godet propuso el trabajo en grupo (Godet, 1991-75) como medio para controlar la subjetividad, así como para dar lugar a reacciones de salvaguarda que mejoren la coherencia del conjunto. Pese a que es generalmente admitido que las opiniones de los expertos son más precisas que las provenientes de otras fuentes, es importante traer a colación las conclusiones de G. Wise (1976-411 y sig.), sobre 1556 previsiones a largo plazo entre las que destacan que los expertos son apenas más exactos que los no expertos, y que las

previsiones de los expertos en su especialidad son apenas más exactas que en materia ajenas a ellas.

La segunda etapa consiste en la formación de la matriz de relaciones directas. Una vez definida la relación de variables internas del sistema y de su entorno se plantea una tabla de doble entrada en la que el elemento de la fila i y de la columna j : a_{ij} , representa la influencia que ejerce la variable i sobre la j , como se puede observar en la ilustración 1.

Esta influencia se valora en seis niveles desde muy fuerte (MF) a muy débil (MD)⁴⁹ En el proceso de estudio sistemático de las relaciones entre todas las variables habitualmente surgen nuevas variables que no habían sido consideradas como significativas en el planteamiento inicial del problema por lo que es necesario reiniciar el proceso. Tras la valoración de la influencia en los seis niveles prefijados se obtiene una tabla como la que se refleja en la figura I. En ella se configuran cuatro áreas perfectamente diferenciadas. Las zonas I y IV recogen respectivamente las influencias de las variables internas del sistema sobre sí mismas y las de las variables relativas al entorno sobre sí mismas. Es decir, reflejan la estructura interna del sistema y del entorno. Por contra las zonas II y III recogen las influencias de las variables del sistema sobre las variables del contexto y viceversa, es decir, de todas las influencias que actúan a través de la frontera del sistema; lo que proporciona un buen modelo de la estructura del sistema En aras de aprovechar las propiedades de las matrices booleanas esta tabla de doble entrada se ha de convertir en una matriz de ceros y unos. Para ello, a las relaciones muy fuerte y fuertes se les asigna un uno y al resto un cero, pasando a denominarse matriz booleana de relaciones directas

En base a la experiencia acumulada M. Godet afirma que la densidad de la matriz oscila entre el 15 y el 25%, dependiendo fundamentalmente de su dimensión. Densidades superiores al 30-35% revelan una incorrecta calificación de las relaciones indirectas como directas. Diferenciando entre variables externas e internas (Godet, 1993-80), considerando como normales las densidades siguientes:

Variables internas sobre variables internas 20%, internas sobre variables externas 10%, externas sobre variables internas 15%, externas sobre variables externas 25%

Indicando que el nivel de cobertura de la matriz se debe situar entre el 15 y 25% según la dimensión de la matriz, tasas superiores suelen indicar que se han considerado como relaciones directas, algunas que no lo son. Sin embargo, existen estudios con tasas superiores como el "Catalogne à l'horizon 2010" con una tasa del 65,4 %. (Jouvenel. y Roque, 1994) o el caso de la industria nuclear suiza con una tasa del 76%. (Gonod, 1996-21). El número de variables consideradas y la propia naturaleza de estas de estas influyen en la densidad de la matriz: Para una matriz de 100x100, es frecuente encontrar una tasa de cobertura del 30% para un tema científico o técnico, un 40% para un tema con carácter más económico o social más marcado. La densidad aumenta si los parámetros o variables son precisos y objetivos y al disminuir el tamaño de la matriz aumenta la tasa de cobertura. Para una, matriz 50x50 la tasa normal será de un 50 a 60% (Schlange, 1995-22).

⁴⁹ A la hora de analizar las influencias entre las variables M. Godet (1991) propone la realización sistemática de tres preguntas: a) ¿Ejerce la variable i una acción efectiva sobre la variable j , o la relación es más bien de j sobre i ?; b) ¿Ejerce i una acción sobre j , o existe más bien una colinearidad, es decir, que un tercera variable k actúa sobre i y sobre j ? y c) ¿La relación entre i y j es directa, o más bien se realiza a través de otra variable k de las incluidas en la lista?

⁴⁹ .En el trabajo del que se ha tomado el ejemplo las valoraciones se realizaron de +10 a -10.

El plano de motricidad versus dependencia puede dividirse en cinco sectores (Godet, 1993-90)⁵⁰:

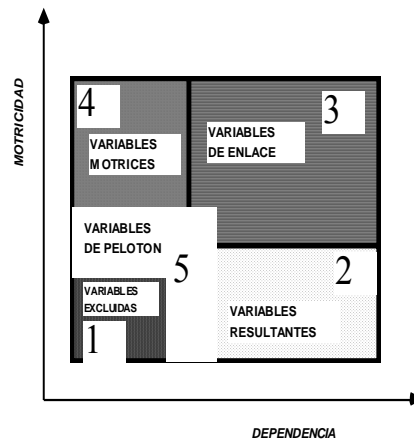


Figura 2. Modelo propuesto

En el caso de la matriz de relaciones directas el elemento a_{ij} representa la influencia de la variable i -ésima sobre la j -ésima, la suma de los elementos de una fila k representa la influencia total de la variable k -ésima sobre las demás, por lo que a este concepto se le denomina "MOTRICIDAD"; de forma análoga, la suma de todos los elementos de la columna k -ésima representa la suma las influencias de todas las variables sobre ella, por lo que se denomina "DEPENDENCIA".

En la realidad la linealidad es una excepción y lo normal son relaciones en red con nodos, por lo que dos variables pueden no estar relacionadas directamente, pero sí de forma indirecta a través de otras variables, como se puede observar en la ilustración 3. En ella se puede observar cómo ninguna de las variables del subsistema **S2** recibe una influencia directa de la variable V_i , siendo evidente su dependencia de V_k . Dado que esta variable depende únicamente de V_j , que, a su vez, depende de forma exclusiva de V_i , esta última es muy significativa en el comportamiento del subsistema. Estas situaciones son las que provocan los comportamientos contraintuitivos de los sistemas descritos por Forrester (1961), ya que el hombre no puede trabajar mentalmente con modelos complejos y con relaciones de varios ordenes.

⁵⁰ **Sector 1.** Variables muy motrices y poco dependientes. Son las variables explicativas que condicionan el resto del sistema. **Sector 2.** Variables a la vez muy motrices y muy dependientes simultáneamente. Son las variables de enlace, inestables por naturaleza. En efecto, cualquier acción sobre estas variables repercutirá sobre otras y tendrá un efecto "boomerang" sobre ellas mismas que amplificará o desactivará el impulso inicial. **Sector 3.** Variables poco motrices y muy dependientes. Son las variables resultantes, cuya evolución se explica por las variables de los sectores 1 y 2. **Sector 4.** Variables poco motrices y poco dependientes (próximas al origen). Estas variables constituyen tendencias fuertes o factores relativamente autónomos; no son determinantes cara al futuro. Así pues, sin mayores escrúpulos, pueden ser excluidas del análisis. **Sector 5.** Variables medianamente motrices y/o dependientes. Nada se puede decir a priori acerca de estas variables del pelotón.

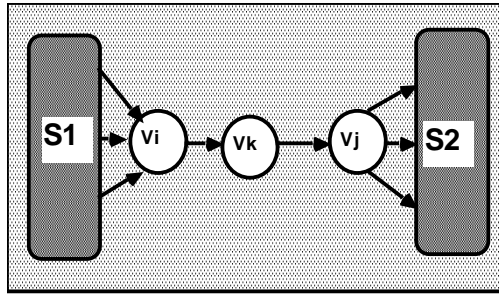


Figura 3. Relaciones indirectas.

3. Análisis de la estabilidad de las clasificaciones de motricidad y dependencia de las variables.

La estabilidad se produce cuando a partir de un cierto orden de relaciones p la clasificación de las variables según su motricidad se mantiene estrictamente, y, a partir de un orden de relaciones q , la clasificación de las variables basándose en su dependencia se mantiene también estrictamente. Como valor de estabilización de toma el máximo de p y q , ya que es el orden a partir del cual ambas clasificaciones son estables. Esta circunstancia no se produce en un total de 185 ocasiones, lo que supone el 23,36%. Dentro del conjunto de las matrices cuyas clasificaciones no alcanzan la estabilidad para valores de n menores o iguales a nueve se pueden tomar como ejemplo la matriz M511, cuyas clasificaciones según motricidad y dependencia se reflejan en la ilustración 4.

Como consecuencia directa, y salvo que se modifique el criterio utilizado para definir la estabilidad en las clasificaciones, esta no se produce en un elevado porcentaje de las ocasiones. Ni siquiera en las matrices sin estructura se puede afirmar que exista estabilidad en las clasificaciones. Además, una vez alcanzada la estabilidad en la clasificación de las variables según su motricidad y su dependencia durante una serie de potencias, esta situación no se ha de mantener necesariamente.

VALORES ABSOLUTOS										MRETCS11.XLS									
M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
4	20	1	20	1	20	1	20	1	12	1	8	8	8	8	8	8	8	8	8
7	24	4	24	4	12	4	12	4	20	8	17	17	9	17	9	17	9	17	9
1	19	7	19	7	24	7	10	7	10	17	25	25	17	25	13	25	13	25	13
2	22	2	22	2	19	2	13	2	13	9	12	9	25	9	17	9	17	9	17
6	12	12	12	12	22	12	16	12	16	13	13	23	2	23	25	13	25	13	25
10	10	10	10	10	10	10	24	10	24	19	4	13	13	13	2	23	12	23	2
12	13	13	13	13	13	13	19	13	19	27	13	19	19	4	19	4	19	4	19
13	16	16	16	16	16	16	22	16	22	25	5	21	5	21	5	21	16	21	16
16	21	5	21	5	21	15	21	15	15	2	7	2	7	16	7	16	5	16	11
3	25	6	21	15	21	5	21	5	23	4	23	16	23	2	16	17	7	11	5
5	15	15	15	6	15	6	15	14	21	5	11	11	16	11	11	12	11	2	7
14	11	14	11	14	11	14	11	11	11	7	16	4	11	20	23	20	23	20	23
15	14	11	14	11	14	11	14	6	14	11	19	20	19	4	19	4	19	4	19
11	1	20	1	20	1	20	1	20	1	16	21	5	21	5	21	5	21	5	21
19	2	3	2	3	2	3	2	3	2	18	6	7	14	7	14	7	14	7	14
20	4	19	4	19	4	19	4	19	4	20	13	22	20	22	20	22	12	14	12
22	7	22	7	22	7	22	7	22	7	22	14	18	6	14	6	14	15	22	15
24	5	24	5	24	5	24	5	24	5	23	20	14	12	18	12	12	20	12	20
21	6	23	6	23	6	23	6	23	6	3	12	17	15	17	15	15	6	15	6
23	3	21	3	21	3	21	3	21	3	6	15	15	3	15	3	18	3	18	10
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	22	10	22	10	22	10	10	10	3
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	12	18	6	10	6	10	6	22	6	22
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	14	10	3	18	3	18	3	18	3	18
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	15	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 4. Ejemplo de matriz M511

⁵¹ En base a las propiedades de las matrices booleanas, si se parte de una matriz A que refleja las relaciones directas, la matriz A^2 representa las relaciones de segundo orden, esto es, si el elemento a^2_{ij} es distinto de cero, es que existe, al menos una variable k tal que $a^2_{ik} * a^2_{kj} = 1$. Si el valor de $a^2_{ij} = n$ implica la existencia de n caminos de orden

VALORES ABSOLUTOS									MRET C085.XL S								
M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10		D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	
19	19	19	19	19	19	19	19		19	19	19	19	19	19	19	19	
20	20	20	20	20	20	20	20		1	1	1	1	1	1	1	1	
21	21	21	21	21	21	21	21		5	5	5	5	5	5	5	5	
22	22	22	22	22	22	22	22		7	7	7	7	7	7	7	7	
23	23	23	23	23	23	23	23		2	2	2	2	2	2	2	2	
24	24	24	24	24	24	24	24		6	6	6	6	6	6	6	6	
7	7	7	7	7	7	7	7		4	4	4	4	4	4	4	4	
1	1	1	1	1	1	1	1		21	22	22	22	22	22	22	22	
4	4	4	4	4	4	4	4		22	21	21	21	21	21	21	21	
3	3	3	3	3	3	3	3		3	8	8	8	8	8	8	8	
5	5	5	5	5	5	5	5		8	3	3	3	3	3	3	3	
2	2	2	2	2	2	2	2		23	23	23	23	23	23	23	23	
6	6	6	6	6	6	6	6		24	24	24	24	24	24	24	24	
8	8	8	8	8	8	8	8		25	25	25	25	25	25	25	25	
25	25	25	25	25	25	25	25		20	20	20	20	20	20	20	20	
13	14	13	14	13	14	13	14		9	9	9	9	9	9	9	9	
14	16	14	16	14	16	14	16		17	17	17	17	17	17	17	17	
16	13	16	13	16	13	16	13		10	10	10	10	10	10	10	10	
10	10	10	10	10	10	10	10		18	18	18	18	18	18	18	18	
12	12	12	12	12	12	12	12		11	11	11	11	11	11	11	11	
11	11	11	11	11	11	11	11		12	12	12	12	12	12	12	12	
15	15	15	15	15	15	15	15		13	13	13	13	13	13	13	13	
9	9	9	9	9	9	9	9		15	15	15	15	15	15	15	15	
17	17	17	17	17	17	17	17		16	16	16	16	16	16	16	16	
18	18	18	18	18	18	18	18		14	14	14	14	14	14	14	14	

Figuran 5. Ejemplo de matriz M085.

En aras de suavizar el criterio de estabilidad, para contemplar comportamientos similares al de la matriz M085 de la ilustración 5, donde se puede apreciar que las variables 13, 14, y 15 no mantienen su clasificación, pero tienen un comportamiento cíclico de banda estrecha. Pese a su falta de estabilidad según el criterio estricto antes indicado, su importancia a la hora de analizar las variables es mínima, ya que las variaciones producidas también lo son. Para tener en cuenta esos casos se ha definido un segundo criterio según el cual, para considerar que una clasificación es estable, se permite que un máximo del 20% de las variables tengan oscilaciones cíclicas con una amplitud máxima del 5% del número total de variables. De esta forma estabilizan las clasificaciones de 78 matrices más que con el criterio citado en primer término. Como resumen los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Casos en los que se alcanza la estabilización por tipologías de la matriz.

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ESTABILIDAD EN LAS CLASIFICACIONES			
	Número	1º	2º
M. Triangulares	89	64	68
M. en bandas	72	13	19
M. triangulares con escalón	56	48	52
M. en bandas con escalón	84	57	73
M. de bloques en diagonal	48	18	27
M. de bloques en dos diagonales	59	54	57
M. de bloq. en diag. con bandas lat.	150	110	143
M. sin estructura	228	226	226

Por todo ello, y salvo que se modifique el criterio utilizado para definir la estabilidad en las clasificaciones esta no se produce en un elevado porcentaje de las ocasiones. Ni siquiera en las matrices sin estructura se puede afirmar que exista estabilidad en las clasificaciones. Además, una vez alcanzada la estabilidad en la clasificación de las variables según su motricidad y su dependencia durante una serie de potencias, esta situación no se ha de mantener necesariamente.

4. Extensión de la metodología a los casos en que no se alcanza la estabilización

La generalización del análisis estructural debe plantearse de forma que siempre se mantengan dos de sus principales virtudes: la sencillez y la coherencia, y su objetivo básico “identificar las variables clave (ocultas o no), plantear preguntas o fomentar la reflexión acerca de los aspectos contraintuitivos del comportamiento del sistema, suscitar una reflexión a fondo y un esfuerzo suplementario de imaginación. Así este análisis constituye una ayuda para quien toma las decisiones, sin pretender describir con precisión el funcionamiento del sistema, sino poner en evidencia las principales características de su estructura. La obligación de plantearse varios millares de cuestiones lleva consigo ciertas preguntas y conduce al descubrimiento de variables que, de otra manera, no hubieran sido consideradas. La matriz del análisis estructural desempeña, por tanto, el papel de una matriz de descubrimiento”. Siguiendo a este

mismo autor, es importante evitar que a fuerza de simplificar la realidad por el placer de utilizar las matemáticas, se termine por transformar los modelos en esquemas deformantes de la realidad (Godet, 1991-70 y sig).

Para desarrollar una ampliación del modelo MICMAC es necesario utilizar una escala común para las motricidades y dependencias a las diferentes potencias a las que se eleva la matriz de relaciones directas. Por simplicidad se ha tomado como límite de escala el 100. Para ilustrarlo se han tomado las variables 101 a 110 del caso de aplicación (Dema, 1995). El trazado del gráfico se realiza ajustando los ejes en base al máximo valor de la motricidad y de la dependencia para cada caso o, expresado de otra forma, para cada orden de las relaciones el gráfico expresa las variables en términos relativos respecto al máximo valor de la motricidad y de la dependencia para cada potencia de la matriz.

Conforme puede observarse en ilustración 6 no se produce la estabilización en las clasificaciones, ni se puede considerar como estable la tendencia como se puede observar, por ejemplo, en la evolución de la motricidad de la variable 107. En el ejemplo planteado en términos relativos se observa una clara tendencia hacia la estabilidad en la motricidad relativa, mientras que el comportamiento de la dependencia relativa sí que implica cambios en la significación de las variables para explicar el comportamiento del sistema a corto, medio y largo plazo.

Las clasificaciones indirectas llevan implícito un factor de temporalidad puesto que, para que se vayan produciendo las diversas influencias en cadena y que estas sean significativas, es preciso que transcurra un cierto tiempo para cada una de las relaciones. En principio la variabilidad del retraso en la transmisión de la influencia para cada relación entre dos variables debe ser estudiada individualmente. La información que proporciona la evolución de la motricidad y de la dependencia de las variables según el orden de las variables es una idea, siempre aproximada, de la mayor o menor influencia de la variable en el comportamiento del sistema a corto, medio y largo plazo. (Dema, 1996).

Para completarlo se analiza la evolución, variable a variable, en el plano delimitado por de la motricidad y de la dependencia relativas. Con ello se observa la posición inicial, que es la proporciona la matriz de relaciones directas, y la final, que en caso de estabilidad proporcionaría la correspondiente a la clasificación MICMAC.

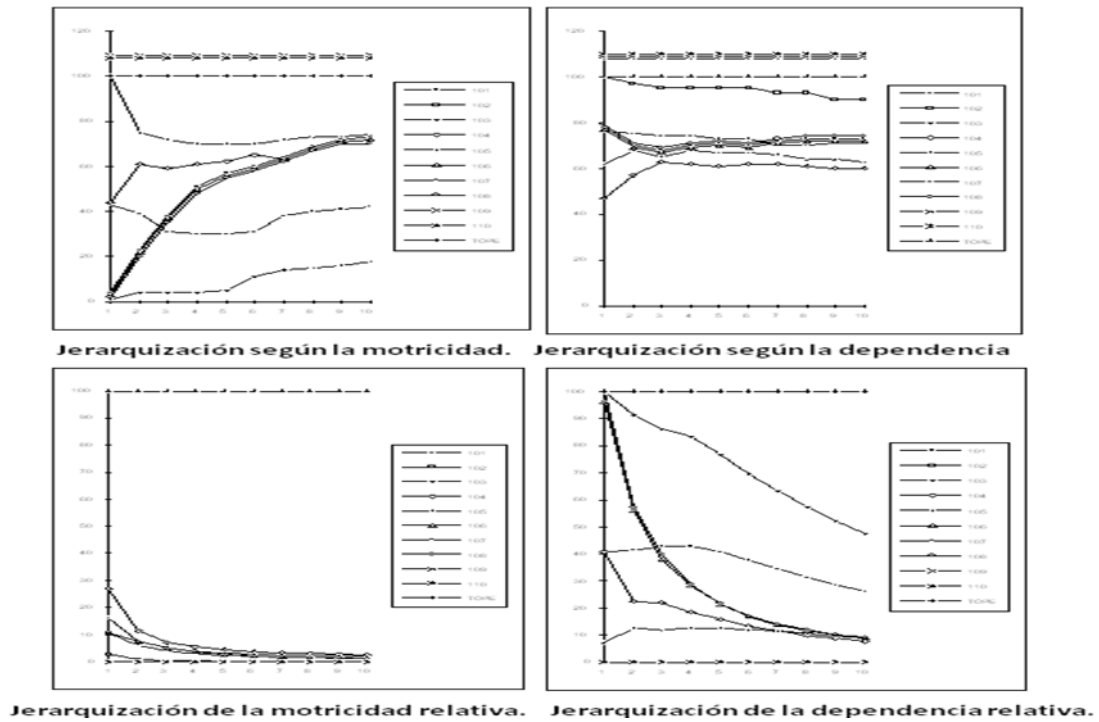


Figura 6. Evolución motricidades y dependencias de las variables 101 a 110.

Con ello se introduce la evolución del comportamiento de la variable, en función de su motricidad y su dependencia, y, por ello, de su relevancia relativa para explicar el fenómeno o proceso. De esta forma se puede analizar cualquier fenómeno ya que de forma sencilla se puede valorar si la variable es significativa, o no lo es, así como valorar su relevancia en cuanto a su influencia en el comportamiento del sistema.

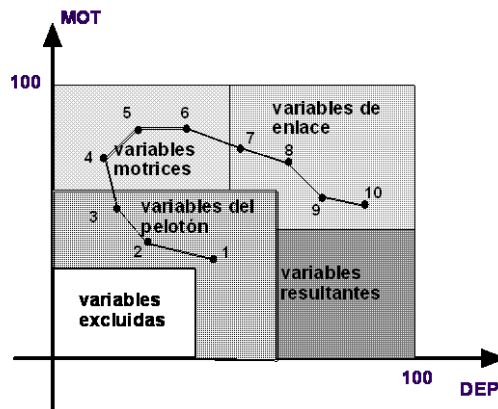


Figura 7. Modelo propuesto

En los trabajos realizados se observa que los cambios más significativos se producen, en un porcentaje próximo al 60%, para las tres primeras potencias de la matriz. Por ello, la posición marcada por la matriz de relaciones directas junto a al segundo orden de relaciones podría ser una indicación de la significación relativa a corto plazo; las siguientes potencias una posible evolución a medio plazo y por último a medio-largo. La idea de temporalidad viene implícita en el hecho de la acción de una variable sobre otra necesitará un cierto tiempo para influir significativamente sobre otra, aunque este periodo variará de forma significativa en cada caso. Con esta evolución de la técnica general se pretende complementar la información de que

disponen los analistas para abordar estudio del sistema, asumiendo las limitaciones del modelo y de la técnica.

Referencias

Arcade J. (1998). Articulier prospective et stratégie: parcours du stratège dans la complexité. Travaux et Recherches de Prospective, mai 1998, No 8. pp.1-88.

Arcade, J. (2000). Mettre en scène des futurs inédits, elements d'ingénierie prospective à l'usage des praticiens. Travaux et Recherches de Prospective, Juin , No 11.

Dema, C. (1996). Estructural Analisis Theory: an extensión of General model for studing those casas where stability is not reached. The study of sensitivity as a tool in the strategic planning. Congreso I.F.S.A.M. Paris.

Dema, C. et al. (2000). El análisis estructural de M. Godet como etapa previa a la aplicación de técnicas de apoyo a la toma de decisiones multicriterio. 1º Workshops de Ingeniería de Organización.

Duperrin, J.C. y Godet, M.(1973). Metode de Hierarchisation des Elements d'un Système. Raport Economique du C.E.A.

Etzioni, A. (1973). Mixed-Scanning: A Third Approach to Decision-Making, en Faludi. A Reader in Planning Theory. Ed. Oxford Pergamon Press.

Godet, M. *et al* (1991). Problèmes et méthodes de prospective. Boîte à Outils. Futuribles-Aditech, mai.

Godet, M. (1991). Prospectiva y planificación estratégica. Ed. S. G. Editores.

Godet M. (1993). De la Anticipación a la Acción. Manual de prospectiva y estrategia. Marcombo.

Godet M. et al. (1995). Scénarios globaux à l'horizon 2000. Travaux et Recherches de Prospective, No 1, juin.

Godet M. (2001). Creating Futures: scenario-building as a strategic management tool. Ed. Economica-Brookings.

Godet M. (2001). Manuel de prospective stratégique. Ed. Dunod.

Godet, M. (2005). Creating futures. Scenario planning as a strategic management tool. Ed. Economica, Second Edition.

Godet, M. et Durance, Ph. (2008). La prospective stratégique pour les entreprises et les territories. Ed. Dunod.

Godet, M. *et al*. (1995). Scénarios globaux: analyse morphologique et potabilization. Travaux et Recherches the Perspective No 1 Jun.

Gonod, P. F. (1990). Dynamique de la prospective. Ed. CPE- ADITECH.

Gonod, P. F. (1994). Contribution au débat sur la Méthodologie prospective. GRASSE. Jun.

Gonod, P. F. (1996). Dynamique des systemes et methodes Prospectives. Futuribles. No 2. Mars.

Jouvenel, H. y Roque, M.A. (1994). Catalogne à l'horizon 2010. ICM/Economica.

Lesourne, J. (1989). Plaidoyer pour recherche en prospective. Futuribles,

Schlange L.E (1995). Linking futures research methodologies - An application of systems thinking and metagame analysis to nuclear energy policy issues. *Futures*, Vol. 27, No 8 October, pp. 823-838