

**XXX CONGRESO ARGENTINO DE PROFESORES
UNIVERSITARIOS DE COSTOS**

"TOPSIS en medición multicriterio de eficiencia"

Autores:

Raúl Alberto Ercole (Socio Activo)
Catalina Lucía Alberto (Socio Activo)
Claudia Etna Carignano (Socio Activo)

e-mail:

ercole3@fibertel.com.ar

cazcona@eco.unc.edu.ar

claudiacarignano@yahoo.com.ar

SANTA FÉ, Octubre 2007

1. INDICE

1.	<i>INDICE</i>	1
2.	<i>RESUMEN</i>	2
3.	<i>OBJETIVO</i>	3
4.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	4
5.	<i>ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN</i>	4
6.	<i>VARIABLES DE ENTRADA Y DE SALIDA</i>	5
7.	<i>DEFINICIÓN DE VARIABLES</i>	5
7.1.	Matriz de correlación de variables	6
7.2.	Propiedades que deben cumplir las variables o criterios	6
7.3.	Variables en medición de eficiencia	6
7.4.	Variables Seleccionadas	7
8.	<i>APLICACIÓN DEL MÉTODO TOPSIS</i>	8
9.	<i>RESULTADOS OBTENIDOS</i>	9
10.	<i>CONCLUSIONES</i>	10
11.	<i>ANEXO - APLICACIÓN DEL MÉTODO TOPSIS - SECTOR SALUD PÚBLICA</i>	12
12.	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	14

2. RESUMEN

El objetivo del ensayo es desarrollar la aplicación de una metodología para la medición de la eficiencia comparativa entre distintas unidades similares en cuanto a sus inputs (variables de entrada o recursos disponibles) y sus outputs (variables de salida o logros alcanzados). El método aplicado a la medición de eficiencia se enmarca en la temática de evaluación multicriterio discreta, se denomina TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) y fue desarrollado por Hwang y Yoon (1995). La técnica TOPSIS forma parte de metodologías relativamente recientes en orden de proponer las “mejores” soluciones de compromiso (multicriterio) para los problemas bajo análisis.

Basándose en el concepto que es deseable ubicar a una alternativa a la distancia más corta posible de la solución ideal, puede aplicarse este método en un análisis jurisdiccional de evaluación de actuación o eficiencia, midiendo la cercanía de cada jurisdicción a ese ideal multicriterio que el evaluador establezca como razonable según las variables o criterios incluidos.

Concretamente, el ensayo aplica el método en la evaluación de la eficiencia de los Sistemas de Salud Pública de las 23 provincias de Argentina y de la Ciudad de Buenos Aires.

Se deja constancia que, con el caso analizado, se pretende brindar solamente una ejemplificación del uso de esta metodología, sin que este estudio implique emitir un juicio sobre la manera en que las provincias administran su Sistema de Salud, dado que es muy dificultoso obtener toda la información que sería pertinente.

Sin embargo, el estudio aporta elementos de análisis para una línea de investigación que permita en posteriores estudios profundizar el tema en cuestión.

3. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es incursionar en una metodología que se sugiere aplicable para la medición de la eficiencia comparativa entre distintas unidades similares en cuanto a sus inputs (variables de entrada o recursos disponibles) y sus outputs (variables de salida o logros alcanzados). El método aplicado a la medición de eficiencia se enmarca en la temática de evaluación multicriterio discreta, se denomina TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) y fue desarrollado por Hwang y Yoon (1995). La técnica TOPSIS forma parte de metodologías relativamente recientes caracterizadas por una peculiar receptividad dado que se insertan en contextos muy diversos para la toma de decisiones. Los modelos multicriterio son más flexibles que los unicriterios y se pliegan con mayor fidelidad a la demanda y a la práctica de los decisores y analistas. Brindan las mejores alternativas decisorias con objeto de proponer, si no las soluciones óptimas, por lo menos las “mejores” soluciones de compromiso para los problemas bajo análisis. En los planteamientos multicriterio pueden considerarse niveles jerárquicos muy diversos, los cuales han sido tratados mediante baterías de procedimientos. En el contexto del problema bajo análisis se ha decidido trabajar mediante el método TOPSIS, considerando que se dispone de estimaciones numéricas de atributos objetivos y medibles, aun cuando no se encuentran exentos de errores de medición.

En síntesis, la técnica TOPSIS se basa en el concepto que es deseable que una alternativa determinada se ubique a la distancia más corta respecto de una solución ideal positiva y a la mayor distancia respecto a una solución ideal negativa. Una solución ideal se define como un conjunto de niveles (o puntuaciones) ideales respecto a todos los atributos considerados de un determinado problema, aun cuando la solución ideal usualmente sea imposible o no sea factible de obtener. En consecuencia, desde este punto de vista la racionalidad de la conducta humana consiste en ubicarse lo más cerca posible de tal solución ideal y en alejarse lo más posible de una solución antiideal o ideal negativa.

TOPSIS define un índice llamado similaridad (o proximidad relativa) respecto a la solución ideal positiva combinando la proximidad a la solución ideal positiva y la lejanía respecto a la solución ideal negativa. Se selecciona aquella alternativa que se ubica lo más cerca posible a la máxima similaridad respecto a la solución ideal positiva.

Concretamente, el ensayo aplica el método en la evaluación de la eficiencia de los Sistemas de Salud Pública de las 23 provincias de Argentina y de la Ciudad de Buenos Aires. Se incluyen los servicios de salud prestados por los Gobiernos Provinciales, por intermedio de sus hospitales, dispensarios y otros establecimientos de salud que puedan existir.

Se deja constancia que, con el caso analizado, se pretende brindar solamente una ejemplificación del uso de esta metodología, sin que este estudio implique emitir un juicio sobre la manera en que las provincias administran su Sistema de Salud, dado que es muy dificultoso obtener toda la información necesaria. Además es de destacar que el hecho que una jurisdicción se sitúe en los niveles superiores del ranking de eficiencia no implica que preste el mejor servicio de salud, ya que necesariamente este lugar esta determinado por la variante de la metodología aplicada y las variables intervinientes en el trabajo, entre las cuales fue imposible, por disponibilidad de datos, incluir algunas que den información respecto a la calidad de los servicios prestados.

Sin embargo, el objetivo es dejar abierta una línea de investigación que permita en posteriores estudios realizar un análisis más profundo y detallado sobre este importante tema

4. INTRODUCCIÓN

La organización política de Argentina es de tipo representativa, republicana y federal, y se encuentra constituida por 23 jurisdicciones provinciales¹ y la Ciudad de Buenos Aires² (capital de la República). En su Constitución Nacional se establecen las bases de las responsabilidades funcionales entre los diferentes niveles de gobierno así como la distribución de potestades tributarias. De acuerdo a la estructura federal del país, las provincias conservan autonomía para la definición de las políticas de su jurisdicción en materia sanitaria, la ejecución de programas y el funcionamiento de los establecimientos a su cargo.

Como en muchos países de la región, esta actividad se organiza en tres subsectores: público, seguridad social y privado. La excesiva fragmentación de las instituciones que lo componen es su rasgo distintivo, de modo que su falta de coordinación y articulación impide la conformación de un “sistema de salud” y atenta contra el uso eficiente de recursos y el logro de niveles aceptables de equidad en su cobertura.

La información disponible da cuenta de deficiencias en materia de servicios de salud. En efecto, Argentina es uno de los países que más recursos destina a la salud de sus habitantes, inclusive medido con relación al gasto en educación. Paralelamente hay contundentes evidencias que la rentabilidad de la inversión en salud es bajísima. Cabe destacar también la gran cantidad de personas que no tienen cobertura alguna y dependen del hospital público para su atención.

Durante casi dos décadas la Nación ha modificado profundamente su estructura de gastos, transfiriendo a las provincias una parte sustantiva del sistema prestacional de salud. De este modo la Nación ha descentralizado la casi totalidad de los servicios sanitarios que aún estaban bajo su jurisdicción, transfiriéndolo a las provincias y/o municipios, como parte de una reforma fiscal de mayor alcance.

Los resultados en materia de eficiencia y equidad de la descentralización del gasto público se inscriben en un proceso de gran complejidad, lejos de los mecanismos automáticos del mercado y con altos grados de especificidad según el tipo de actividad al que se refieran y de allí el interés por evaluar los resultados logrados por dicho proceso. El presente trabajo pretende aportar una contribución a la discusión sobre este tema.

5. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

En primera instancia se determinaron las posibles variables que deberían intervenir en la presente investigación. El conjunto seleccionado fue cotejado con la información disponible a nivel de las provincias. Dada la importancia de definir adecuadamente aquellas variables que representan esencialmente flujos de salida y flujos de entrada fueron realizados dos tipos de análisis previos, uno de ellos mediante la consulta a expertos en el campo de salud y otro mediante el estudio de correlación entre las variables seleccionadas. Posteriormente, definidas con mayor claridad las variables de producto y las de insumos, se relacionaron entre ellas con un sentido de medición de eficiencia (cociente output/input). Luego, se verificaron las propiedades esenciales que deben cumplir los criterios en un análisis de este tipo y finalmente se efectuó el análisis de la metodología propuesta, es decir el procedimiento TOPSIS.

¹ Lo que en otros sistemas políticos se suele denominar Estados.

² Distrito federal con un gobierno municipal autónomo.

6. VARIABLES DE ENTRADA Y DE SALIDA

Para analizar la eficiencia con que operan los Sistemas de Salud Pública en las provincias, se puede definir a priori un conjunto de flujos entrantes y un conjunto de flujos salientes del siguiente tipo:

- Montos que asignan las provincias para financiar el sistema.
- Número de horas médico que el sistema utiliza o número de cargos médicos equivalentes a dedicación completa disponibles, o asignación presupuestaria destinado a pago del personal médico u otra medida que pueda ser un indicador de la cantidad de prestaciones médicas que potencialmente pueden ser realizadas.
- Cantidad de camas disponibles.
- Demandantes potenciales de los servicios.
- Número de establecimientos que prestan servicios médicos (hospitales, dispensarios, centros de vacunación, etc.).
- Cantidad de pacientes atendidos en consultorios.
- Cantidad de días pacientes de internación.
- Cantidad de intervenciones quirúrgicas practicadas.
- Cantidad de partos.
- Servicios de vacunación u otro tipo de prestación en prevención de las enfermedades.
- Sobrevida infantil
- Toda información que represente, directa o indirectamente recursos asignados y/o servicios prestados.

7. DEFINICIÓN DE VARIABLES

La selección de variables de entrada y salida estuvo limitada a la disponibilidad de información en las jurisdicciones, de modo que las candidatas a incorporar al estudio fueron las siguientes³:

a) VARIABLES DE ENTRADA (inputs)

- ESTAB - Cantidad de Establecimientos médicos
- ESTABCI - Cantidad de Establecimientos médicos con internación
- ESTABSI - Cantidad de Establecimientos médicos sin internación
- CAMAS - Cantidad de Camas disponibles
- GASTO - Gasto en salud (presupuesto en \$)
- POBSC - Cantidad de Población sin cobertura de Obra Social, Plan Médico o Mutual
- MED - Cantidad de Médicos

b) VARIABLES DE SALIDA (Outputs)

- CONS - Cantidad de consultas

³ Fuente: 1) INDEC - Dirección Nacional de Estadísticas Sociales y de Población (2004); 2) Secretaría de Política Económica

- ❑ EGRE - Cantidad de Egresos hospitalarios
- ❑ PART - Cantidad de Partos
- ❑ SOBRINF - Sobrevida Infantil (sobrevivientes del primer año de cada 1000 nacidos vivos)
- ❑ POBMAY - Población Mayor de 65 años

7.1. Matriz de correlación de variables

Se realizó un análisis de correlación simple entre el conjunto de variables definidas en la tabla anterior, el cual muestra los siguientes resultados:

a) VARIABLES DE ENTRADA (inputs)

Muy elevada asociación entre todas las variables involucradas, en general con coeficientes superiores a 0,70 (mayormente entre 0,80 y 0,99). Se consideró, consecuentemente, una relativa baja correlación en caso de índices menores a 0,80.

- ❑ GASTO tiene baja correlación con ESTAB y ESTABSI.
- ❑ MED tiene baja correlación con ESTAB, ESTABCI, ESTABSI Y POBSC.
- ❑ ESTAB tiene, por consiguiente, también baja correlación con GASTO y con MED.
- ❑ CAMAS tiene alta correlación con todas las variables.
- ❑ POBSC tiene baja correlación sólo con MED.

b) VARIABLES DE SALIDA (Outputs)

Se observa una baja correlación (decididamente baja) sólo en SOBRINF respecto a todas las otras variables. El resto de los indicadores es de alta correlación.

7.2. Propiedades que deben cumplir las variables o criterios

En un análisis multicriterio, se considera en general que las variables o criterios deben cumplir las siguientes condiciones:

- a) Exhaustividad: se deben considerar todos los criterios necesarios tal que permitan la discriminación entre alternativas
- b) Coherencia: las preferencias globales del decisor deben ser coherentes con las preferencias en cada criterio⁴
- c) No redundancia: a los efectos de evitar otorgar duplicada importancia a un atributo.

7.3. Variables en medición de eficiencia

Para la medición de eficiencia relativa entre distintas unidades organizacionales, se recurre al concepto de eficiencia técnica conocido como de Pareto Koopmans, el cual sostiene que “una unidad es eficiente si no puede aumentar su producción sin aumentar algún recurso, o bien, si no puede disminuir algún recurso sin disminuir su producción”. A partir de este concepto, surge la idea que medir eficiencia lleva implícito la *comparación* de relaciones del tipo:

⁴ Si dos alternativas tienen la misma evaluación en todos los criterios y, por lo tanto, son indiferentes, la mejora en la evaluación de una respecto a un criterio, implicará que sea globalmente preferida.

$$\frac{\text{output}}{\text{input}}$$

Estas comparaciones, cuando se piensa en eficiencia relativa, generalmente se realizan entre unidades semejantes. Por cierto, la metodología que se abordará, es de total aplicación tanto en el ámbito privado como en el público, en la medida que la semejanza entre las unidades comparables sea tal.

7.4. Variables Seleccionadas

En función de los conceptos vertidos anteriormente, las variables definitivamente seleccionadas resultaron las siguientes:

a) VARIABLES DE ENTRADA (inputs)

VARIABLES DE ENTRADA (inputs)

VARIABLES DE ENTRADA (inputs)

Quedan excluidas las siguientes variables: ESTABCI y ESTABSI por estar comprendidas en ESTAB, CAMAS por su alta correlación con las otras variables (no agregaría valor al análisis) y POBSC por resultar menos importante en el análisis de correlación que ESTAB.

b) VARIABLES DE SALIDA (Outputs)

VARIABLES DE SALIDA (Outputs)

VARIABLES DE SALIDA (Outputs)

Quedan excluidas las siguientes variables: PART, dado que EGRE contempla este tipo de intervención hospitalaria y POBMAY dada su alta correlación con CONS y EGRE.

Es importante recalcar, que los resultados que se obtendrán en el trabajo y las conclusiones obtenidas partir de los mismos, están condicionados a las variables seleccionadas.

No obstante, respecto a las restantes variables candidatas no incluidas en el análisis, se supone que por estar altamente correlacionadas con las definitivamente seleccionadas, su no inclusión no afectará significativamente los resultados.

Seleccionadas las variables definitivas en outputs e inputs, se las relaciona entre ellas con el concepto de eficiencia definido (output/input), con lo que definitivamente las variables a considerar en el análisis son:

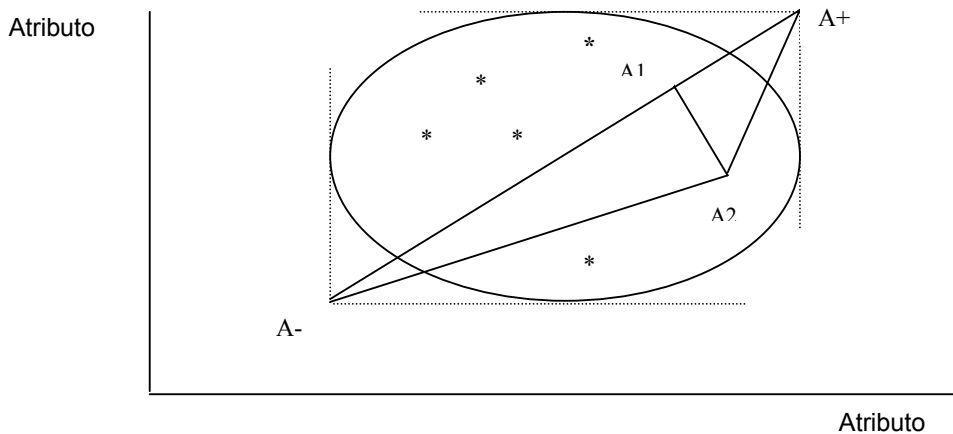
CONS / GASTO
CONS / MED
CONS / ESTAB
EGRE / GASTO
EGRE / MED
EGRE / ESTAB
SOBRINF / GASTO
SOBRINF / MED
SOBRINF / ESTAB

o sea un total de 9 variables o criterios de medición de eficiencia relativa.

8. APLICACIÓN DEL MÉTODO TOPSIS

Se expresó anteriormente que TOPSIS define un índice llamado similaridad (o proximidad relativa) respecto a la solución ideal positiva combinando la proximidad a la solución ideal positiva y la lejanía respecto a la solución ideal negativa y se selecciona aquella alternativa que se ubica lo más cerca posible a la máxima similaridad respecto a la solución ideal positiva.

Los conceptos de desarrollo teórico del método se pueden sintetizar a partir de la visualización gráfica de las posiciones de dos alternativas A_1 y A_2 respecto al ideal de un atributo de beneficio (A^+) y al de un atributo de costo o desventaja (A^-):



Las distancias euclídeas (línea recta) al ideal positivo y al ideal negativo muestran que, en este espacio bidimensional, A_1 se encuentra más cerca de A^+ y que A_2 está más lejos del antiideal A^- . Debido a esta situación de ambigüedad es necesario determinar el índice de similaridad de las dos alternativas, valor mediante el cual se tiende a maximizar la distancia relativa al ideal negativo respecto a la suma de las distancias respecto al ideal positivo y al ideal negativo respectivamente. Este modelo de preferencia con la metodología TOPSIS puede ser explicado de modo análogo al comportamiento del consumidor respecto a sus curvas de indiferencia de la teoría económica.

Denotando con:

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\}$$

el vector de los v_j^+ mejores valores para el conjunto de criterios (ideal positivo) y con,

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\}$$

los v_j^- peores valores alcanzables o no deseables para el mismo conjunto (ideal negativo), el método TOPSIS determina primero el valor (x_{ij}) normalizado (r_{ij}) de cada alternativa i respecto al criterio j mediante aplicación de la distancia euclidiana como:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum x_{ij}^2}}$$

Los coeficientes r_{ij} normalizados son luego ponderados por el peso "w" de cada criterio o variable obteniéndose los valores

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij}$$

Se calculan las distancias de cada alternativa i al ideal positivos S_i^+ y al ideal negativo S_i^- con las expresiones:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$
$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

Finalmente el índice de similaridad al ideal positivo (lejanía al antiideal o ideal negativo) se evalúa como el cociente:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$

Es decir que cuanto más elevado es el índice C_i^* más lejos se sitúa la alternativa i respecto al ideal negativo con relación a las distancias totales a los dos ideales y por tanto más preferida resulta su posición global.

En el presente trabajo todas las variables tienen igual ponderación (el evaluador podrá considerar otras alternativas para el peso o ponderación de las variables), y, lógicamente, de acuerdo a la definición de variables efectuada, todas ellas se consideran a maximizar.

En el Anexo se incluyen los datos de las variables analizadas en la aplicación de TOPSIS y un resumen del método.

9. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos en el cálculo de los índices de similaridad para las distintas jurisdicciones son:

JURISDICCIÓN	Índice
Ciudad Aut. de BA	0,5768
Buenos Aires	0,1974
Catamarca	0,2660
Córdoba	0,0968
Corrientes	0,2593
Chaco	0,2444
Chubut	0,1750
Entre Ríos	0,1632
Formosa	0,2719
Jujuy	0,3891
La Pampa	0,2377
La Rioja	0,2180
Mendoza	0,1599
Misiones	0,2189
Neuquén	0,1500
Río Negro	0,1631
Salta	0,2254
San Juan	0,1683
San Luis	0,2362
Santa Cruz	0,2703
Santa Fe	0,1647
Santiago del Estero	0,2056
Tierra del Fuego	0,4358
Tucumán	0,1643

El resultado debe ser interpretado como la lejanía al antiideal (cercanía al ideal) respecto a la distancia total entre ideal y antiideal.

10. CONCLUSIONES

Es menester destacar que los resultados del análisis no son conclusivos, por considerar que el producto hospitalario no está claramente definido. Al medirlo en términos de egresos, no hay una ponderación por grupos relacionados de diagnósticos (GRD), las variables EGRE y CONS incluyen distintas patologías y/o prevalencias, que a su vez tienen distinta forma de utilización de los recursos. Debe considerarse que los indicadores utilizados en el estudio son simples aproximaciones y posiblemente si se definiera el producto hospitalario desde el punto de vista de los GRD, aparecerían otros resultados. Cabe aclarar, además, que no existe en el país una clasificación en los GRD a nivel de hospitales, con cuya agregación se obtendría a nivel de provincia una muy buena medida de los productos hospitalarios.

Algo similar ocurre en el ámbito de los insumos, ya que no se dispone de observaciones respecto a utilización de equipos médicos, medicamentos, mano de obra y otros materiales que permitirían una mejor valoración de los flujos entrantes y a una mucho mayor clarificación sobre la calidad de los servicios ofrecidos.

En función de los resultados obtenidos, las posibilidades de avance en la determinación de la eficiencia de los recursos utilizados por las provincias en el sector salud debería pasar por un cuidadoso análisis de los datos utilizados, por una mejor definición de las variables de output y de input a través de una ponderación de las variables de salida o por una estimación de grupos homogéneos de intervenciones como variable de output. También sería importante realizar un análisis de las variaciones temporales de los integrantes de las fronteras de eficiencia y, dado que las

unidades jurisdiccionales analizadas constituyen una agregación muy importante de unidades dispersas, proceder a un análisis de eficiencia a nivel de un conjunto de establecimientos hospitalarios representativos de cada provincia.

Cabe destacar un aspecto positivo del análisis efectuado. La utilización de métodos de apoyo multicriterio no se circunscribe, como aquí ha podido observarse, al proceso decisorio de elección de alternativas o cursos de acción, sino también al análisis de alternativas en otro espectro de estudio como ha sido, en este caso, evaluación de eficiencia jurisdiccional como relación entre inputs disponibles y outputs logrados.

Justamente, el análisis multicriterio ha permitido efectuar una visualización de la cercanía o lejanía de esas relaciones outputs/inputs a una situación satisfactoria en cuanto a los niveles de aspiración para los objetivos propuestos.

También es de destacar la flexibilidad del método que, con sus ponderaciones a libre elección del evaluador, permite distintos análisis de sensibilidad en la obtención de un ranking de desempeño. Es, entonces, una herramienta útil e importante en la evaluación de actuación y el control de gestión.

11. ANEXO - APLICACIÓN DEL MÉTODO TOPSIS - SECTOR SALUD PÚBLICA**DECISIONES MULTICRITERIO - MÉTODO TOPSIS PARA CALCULAR EFICIENCIA**

Technique for Order Preference by similarity to Ideal Solution

Base de datos - Sector Salud - Año 2004

Fuente: 1) INDEC - Dir.Nac.de Estad.Sociales y de Población - 2) Secretaría de Política Económica

JURISDICCIÓN	VARIABLES DE ENTRADA			VARIABLES DE SALIDA		
	GASTO	MED	ESTAB	CONS	EGRE	SOBRINF
Ciudad Aut. de BA	1271,61433	30696	33	9375115	196975	991,30
Buenos Aires	2272,93277	36931	1929	43642682	809554	987,00
Catamarca	112,573707	669	289	1180000	34150	978,00
Córdoba	500,338171	13532	734	4094285	135863	987,30
Corrientes	140,113926	2215	247	1997410	90698	980,10
Chaco	197,741352	1732	479	3009183	88363	978,70
Chubut	201,60797	959	92	1081276	26989	988,20
Entre Ríos	290,503429	2383	338	1919495	98406	984,50
Formosa	130,05118	719	221	1357189	43703	974,90
Jujuy	151,969793	1145	27	1890303	55622	982,20
La Pampa	128,292312	695	108	1132923	23405	985,40
La Rioja	116,184155	775	262	823340	27672	981,80
Mendoza	320,280816	4478	335	4458443	94701	986,50
Misiones	147,068344	1446	337	1309860	66208	983,40
Neuquén	407,011747	1308	170	1786213	44138	988,90
Río Negro	180,989225	1432	181	1507993	38793	985,90
Salta	291,179016	2159	441	3638284	116356	984,60
San Juan	167,99283	1551	172	1541214	40403	983,60
San Luis	114,490708	929	169	1375839	31843	984,80
Santa Cruz	173,667349	493	44	654126	19134	988,10
Santa Fe	521,236147	9469	666	8181898	177143	988,00
Santiago del Estero	236,687702	1267	409	1659999	72370	986,20
Tierra del Fuego	95,2430293	336	13	361610	3607	995,90
Tucumán	287,862271	3757	304	4117529	79827	979,50

Nota: GASTO en millones de pesos; SOBRINF calculado como 1.000 menos tasa de mortalidad infantil

APLICACIÓN DE TOPSIS**0) Se calculan los cocientes (output/input) con lo que todos los criterios quedan a maximizar (eficiencia)****1) Se inserta la ponderación de cada criterio (según opinión del decisor). En este caso se asumió igual ponderación para todos los criterios.****2) Se obtiene el valor normalizado de la preferencia de c/alternativa respecto de c/criterio**
Se utiliza la distancia euclídea (línea recta) entre 2 puntos

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum x_{ij}^2}}$$

i alternativa

j criterio

x evaluaciones (datos)

r preferencia

3) Los coeficientes de preferencia se ponderan por el peso de los criterios

$$v_{ij} = W_j \times r_{ij}$$

- i alternativa
- j criterio
- x ponderación
- r preferencia

4) Se calcula el ideal y antiideal

Se calcula para cada criterio como el máximo valor

$$ideal = v_j^+$$

y el mínimo valor

$$antiideal = v_j^-$$

respectivamente, de los valores obtenidos en el punto anterior.

Dado que las variables son a maximizar (salida/entrada) el ideal es el máximo y el antiideal el mínimo

5) Se calculan las distancias a los ideales y antiideales

Se utiliza la distancia euclídea

$$S_i^+ = \sqrt{\sum (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

6) Se calcula el índice de similitud

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$

12. BIBLIOGRAFÍA

- JENKINS, L. Y ANDERSON, M. (2003): "A MULTIVARIATE STATISTICAL APPROACH TO REDUCING THE NUMBER OF VARIABLES IN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS". European Journal of Operational Research, vol. 147, pp.51-61.
- ROY ET BOUYSSOU (1993): "AIDE À LA DÉCISION: MÉTHODES ET CAS", Collection Gestión, Económica.
- ROY B. (1985): "MÉTHODOLOGIE MULTICRITÈRE D'AIDE À LA DÉCISION", Economica, Paris.
- VINCKE, PH. (1989): "L'AIDE MULTICRITÈRE À LA DÉCISION", Editions de l'Université de Bruxelles.
- YOON, K.P. Y HWANG C. (1995): "MULTIPLE ATTRIBUTE DECISION MAKING", Sage University Paper.
- ALBERTO, CATALINA - CARIGNANO, CLAUDIA - "APOYO CUANTITATIVO A LAS DECISIONES" - Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas - UNC - (2006)