

# EL MÉTODO RANTAX DE EFICIENCIA COMPARATIVA

**Dr. Roberto Llanes Pérez**

Centro de Estudios Turísticos (CETUR)

Facultad de Turismo, Universidad de La Habana

[roberto\\_llanes@ftur.uh.cu](mailto:roberto_llanes@ftur.uh.cu)

## RESUMEN

Se presenta un método comparativo de eficiencia, basado en dos técnicas de rangos y otra técnica de taxonomía numérica que, mediante la adición de algunos artificios, permite determinar un índice de eficiencia (o calidad) para cada elemento del conjunto a comparar ( $k$  elementos). Se consideran  $n$  variables o indicadores, donde cada uno de los elementos presenta un valor en cada variable, constituyéndose una matriz  $k \times n$ . Se adicionan, como artificio, tres elementos: elemento con valores máximos, elemento con valores mínimos y elemento con valores medios, lográndose calcular para cada elemento un índice de eficiencia comparativa. El método RANTAX integra los resultados de las tres técnicas empleadas en un solo índice de eficiencia para cada elemento incluido en el análisis.

**Palabras Clave:** Eficiencia, calidad, métodos comparativos, taxonomía numérica, técnicas cuantitativas

### *Un prólogo necesario*

Recientemente he retomado estudios sobre las técnicas matemáticas y estadísticas y su aplicación al turismo y he considerado necesario publicar algunos trabajos y estudios realizados anteriormente que, actualmente, mantienen su vigencia y aplicabilidad. Sobre la medición de la eficiencia se han elaborado diferentes técnicas en busca de un indicador integral o global de eficiencia, algunas sencillas y otras más complicadas, pero todas útiles desde el punto de vista del creador o del investigador. Las versiones modificadas de las técnicas que se exponen en este artículo no han sido publicadas anteriormente. Las mismas fueron creadas y consideradas en un programa computacional basado en lenguaje BASIC y aplicadas en aquel entonces a la medición de la eficiencia de los hoteles de la empresa Turhoteles de La Habana. En este artículo expondremos las versiones iniciales de las técnicas empleadas y su versión posterior con las modificaciones necesarias para lograr indicadores de eficiencia y su necesaria integración en un solo indicador.

Algunos resultados comentados al final del trabajo no se exponen por la limitación obligada en la presentación de un artículo, pero podrán ser expuestas posteriormente con otras técnicas de medición de la eficiencia, en un trabajo monográfico que nos proponemos realizar posteriormente. Cuando nos referimos a indicadores de eficiencia también nos referimos a indicadores de calidad, ya que la diferencia estaría en los indicadores empleados.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Programa RANTAX está basado en tres métodos comparativos: dos métodos de rangos y un método de taxonomía numérica, de ahí su nombre de RAN(gos)TAX(onomía). Estos métodos, mediante un conjunto de indicadores, permiten establecer un orden de los objetos comparados según los resultados.

Mediante algunas adiciones a estos métodos, hemos incluido la posibilidad de calcular una medida de la eficiencia para cada elemento u objeto comparado y para cada indicador considerado, con lo que se amplía extraordinariamente el campo de análisis.

Las adiciones a estos métodos consisten en añadir tres elementos u objetos ficticios, un primer elemento con los valores máximos de las variables, un segundo elemento con los valores mínimos de las variables y un tercer elemento con el valor medio de la distribución de cada variable. Los valores máximos y mínimos de cada distribución pueden ser definidos por el investigador de acuerdo a criterios o normas anteriormente definidas o pueden seleccionarse de las distribuciones de las variables.

De forma general, el problema tipo que se presenta es el siguiente:

Se considera un conjunto de  $k$  elementos. Cada elemento presenta valores en los  $n$  indicadores empleados en el análisis. Los indicadores deben ser crecientes, o sea, mientras más alto es el valor mejor es el resultado. Los indicadores decrecientes se transforman en crecientes mediante la inversión del indicador, asegurando que el mínimo del indicador decreciente no sea cero.

La variable  $X_{ij}$ , para  $i = 1, 2, \dots, n$  y  $j = 1, 2, \dots, k$ , expresa el valor del indicador  $i$  en el elemento  $j$ , lo que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1: Notación de los valores de los indicadores en cada elemento y media de cada indicador

ELEMENTOS	VARIABLES			
	$X_1$	$X_2$	...	$X_n$
$E_1$	$X_{11}$	$X_{21}$	...	$X_{n1}$
$E_2$	$X_{12}$	$X_{22}$	...	$X_{n2}$
...	...	...	...	...
$E_k$	$X_{1k}$	$X_{2k}$	...	$X_{nk}$
SUMA	$\sum X_{1i}$	$\sum X_{2i}$	...	$\sum X_{ni}$
MEDIA	$\bar{X}_1 = \frac{\sum_{j=1}^k X_{1j}}{k}$	$\bar{X}_2 = \frac{\sum_{j=1}^k X_{2j}}{k}$	...	$\bar{X}_n = \frac{\sum_{j=1}^k X_{nj}}{k}$

Así, de forma general tendremos:

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^k X_{ij}}{k} \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n$$

donde  $\bar{X}_i$  es el valor promedio de cada indicador  $i$  para todos los elementos  $j=1, 2, \dots, k$ .

Dado este planteamiento inicial el objetivo que se persigue es encontrar un ordenamiento de los elementos, sobre la base de los valores de los indicadores para cada elemento, efectuando un análisis comparativo mediante un procedimiento establecido. Cada uno de los tres métodos comparativos que explicaremos a continuación, corresponden a su presentación "clásica" u "originaria", es decir, tal y como se plantearon inicialmente.

Es conveniente, a medida que se vayan exponiendo los métodos, expresar los procedimientos y cálculos efectuados en cada uno de ellos mediante un ejemplo numérico.

Consideremos el siguiente ejemplo hipotético:

Una empresa posee 5 establecimientos o unidades de producción y/o servicios, y se han definido 5 indicadores crecientes que reflejan los resultados del funcionamiento de dichos establecimientos. Los datos serían los siguientes:

Tabla 2: Valores de los indicadores en cada establecimiento y media de cada indicador

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	0,82	12,5	210	0,758	10
ESTAB. 2	0,91	11,9	211	0,714	6,67
ESTAB. 3	0,74	12,2	190	0,769	8,33
ESTAB. 4	0,78	10,8	200	0,781	11,11
ESTAB. 5	0,88	12,6	215	0,719	7,69
SUMA	4,13	60	1026	3,741	43,8
MEDIA	0,826	12	205,2	0,7482	8,76

## 2. Método de Rangos – Variante I

Para esta variante los rangos estarían dados por la relación de los valores de cada variable con la media aritmética de su distribución:

$R_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{x}_i}$ , para  $i = 1, 2, \dots, n$  y  $j = 1, 2, \dots, k$ , donde  $\bar{x}_i$  es la media correspondiente a cada indicador  $i$ , lo que se representa en la tabla siguiente:

Tabla 3: Notación de los rangos para cada valor de las distribuciones de las Variables

ELEMENTO	VARIABLES				Notación General $X_i$
	$X_1$	$X_2$	...	$X_n$	
$E_1$	$R_{11} = \frac{X_{11}}{\bar{X}_1}$	$R_{21} = \frac{X_{21}}{\bar{X}_2}$	...	$R_{n1} = \frac{X_{n1}}{\bar{X}_n}$	$R_{i1} = \frac{X_{i1}}{\bar{X}_i}$
$E_2$	$R_{12} = \frac{X_{12}}{\bar{X}_1}$	$R_{22} = \frac{X_{22}}{\bar{X}_2}$	...	$R_{n2} = \frac{X_{n2}}{\bar{X}_n}$	$R_{i2} = \frac{X_{i2}}{\bar{X}_i}$
...	...	...	...	...	
$E_k$	$R_{1k} = \frac{X_{1k}}{\bar{X}_1}$	$R_{2k} = \frac{X_{2k}}{\bar{X}_2}$	...	$R_{nk} = \frac{X_{nk}}{\bar{X}_n}$	$R_{ik} = \frac{X_{ik}}{\bar{X}_i}$

Calculamos los  $R_{ij}$  en el ejemplo:

Tabla 4: Valor calculado de los rangos de los valores de cada variable correspondientes al ejemplo

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	0,9927	1,0417	1,0234	1,0131	1,1416
ESTAB. 2	1,1017	0,9917	1,0283	0,9543	0,7614
ESTAB. 3	0,8959	1,0167	0,9259	1,0278	0,9509
ESTAB. 4	0,9443	0,9000	0,9747	1,0438	1,2683
ESTAB. 5	1,0654	1,0500	1,0478	0,9610	0,8779

El índice de ordenamiento de cada elemento  $j$  corresponde al promedio de los rangos calculados para dicho elemento, o sea:

$$IO_j = \frac{\sum_{i=1}^n R_{ij}}{n}, \text{ para } j = 1, 2, \dots, k$$

En el ejemplo, los índices de ordenamiento para cada establecimiento serían:

Tabla 5: Cálculo de los índices de ordenamiento para cada establecimiento

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5	SUMA	IND.ORDEN
ESTAB. 1	0,9927	1,0417	1,0234	1,0131	1,1416	5,2124	$IO_1 = 1,0425$
ESTAB. 2	1,1017	0,9917	1,0283	0,9543	0,7614	4,8373	$IO_2 = 0,9675$
ESTAB. 3	0,8959	1,0167	0,9259	1,0278	0,9509	4,8172	$IO_3 = 0,9634$
ESTAB. 4	0,9443	0,9000	0,9747	1,0438	1,2683	5,1311	$IO_4 = 1,0262$
ESTAB. 5	1,0654	1,0500	1,0478	0,9610	0,8779	5,0020	$IO_5 = 1,0004$

De acuerdo a esta variante del método de Rangos, el ordenamiento de los establecimientos, según los índices resultantes, sería:

Establecimiento      Índice de Ordenamiento

1	1,0425
4	1,0262
5	1,0004
2	0,9675
3	0,9634

El rango de cada variable expresa las veces que el valor de dicha variable para cada establecimiento es mayor que la media o promedio de los rangos para todos los establecimientos, por cuanto, mientras mayor sea el rango mejor es el resultado.

Igualmente, el índice de ordenamiento de cada establecimiento es la media o promedio de los rangos de todas las variables para dicho establecimiento, por tanto, mientras mayor sea el índice de ordenamiento, mejor es la posición del establecimiento.

### 3. Método de Rangos-Variante II

En la segunda variante del método de rangos se calcula la desviación estándar o típica para cada indicador:

$$S(X_i) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}{k}} \quad \text{ó} \quad S(X_i) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k X_{ij}^2}{k} - \bar{X}_i^2}, \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n.$$

Calcularemos primeramente las desviaciones  $X_{ij} - \bar{X}_i$

Tabla 6: Desviaciones  $X_{ij} - \bar{X}_i$

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	-0,006	0,5	4,8	0,0098	1,24
ESTAB. 2	0,084	-0,1	5,8	-0,0342	-2,09
ESTAB. 3	-0,086	0,2	-15,2	0,0208	-0,43
ESTAB. 4	-0,046	-1,2	-5,2	0,0328	2,35
ESTAB. 5	0,054	0,6	9,8	-0,0292	-1,07

A continuación elevamos al cuadrado las desviaciones y calculamos la varianza y la desviación estándar para cada distribución:

Tabla 7: Cálculo de la varianza y la desviación estándar para cada distribución

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	0,0000	0,2500	23,0400	0,0001	1,5376
ESTAB. 2	0,0071	0,0100	33,6400	0,0012	4,3681
ESTAB. 3	0,0074	0,0400	231,0400	0,0004	0,1849
ESTAB. 4	0,0021	1,4400	27,0400	0,0011	5,5225
ESTAB. 5	0,0029	0,3600	96,0400	0,0009	1,1449
SUMA	0,0195	2,1000	410,8000	0,0036	12,7580
VARIANZA	0,0039	0,4200	82,1600	0,0007	2,5516
DESV.EST.	0,0625	0,6481	9,0642	0,0269	1,5974

Seguidamente estandarizamos estos valores, o sea, transformamos  $X$  en  $Z$ , mediante:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{S(X_i)}, \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n \text{ y } j = 1, \dots, k$$

Tabla 8: Estandarización de las desviaciones de los valores de las variables (índices) respecto a la media correspondiente

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	$Z_{11} = -0,0960$	$Z_{21} = 0,7715$	$Z_{31} = 0,5296$	$Z_{41} = 0,3639$	$Z_{51} = 0,7763$
ESTAB. 2	$Z_{12} = 1,3444$	$Z_{22} = -0,1543$	$Z_{32} = 0,6399$	$Z_{42} = -1,2698$	$Z_{52} = -1,3084$
ESTAB. 3	$Z_{13} = -1,3764$	$Z_{23} = 0,3086$	$Z_{33} = -1,6769$	$Z_{43} = 0,7723$	$Z_{53} = -0,2692$
ESTAB. 4	$Z_{14} = -0,7362$	$Z_{24} = -1,8516$	$Z_{34} = -0,5737$	$Z_{44} = 1,2179$	$Z_{54} = 1,4712$
ESTAB. 5	$Z_{15} = 0,8642$	$Z_{25} = 0,9258$	$Z_{35} = 1,0812$	$Z_{45} = -1,0842$	$Z_{55} = -0,6698$

El índice de ordenamiento se calcula mediante:

$$IO_j = \sum_{i=1}^n \frac{z_{ij}}{n}, \text{ para } j = 1, 2, \dots, k,$$

Tabla 9: Cálculo de los índices de ordenamiento de la variante II del método de Rangos

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5	SUMA	PROMEDIO (IND.ORD.)
ESTAB. 1	-0,0960	0,7715	0,5296	0,3639	0,7763	2,3452	0,4690
ESTAB. 2	1,3444	-0,1543	0,6399	-1,2698	-1,3084	-0,7483	-0,1497
ESTAB. 3	-1,3764	0,3086	-1,6769	0,7723	-0,2692	-2,2416	-0,4483
ESTAB. 4	-0,7362	-1,8516	-0,5737	1,2179	1,4712	-0,4725	-0,0945
ESTAB. 5	0,8642	0,9258	1,0812	-1,0842	-0,6698	1,1172	0,2234

Así tenemos, que el ordenamiento de los establecimientos sería:

Establecimiento 1	0,4690
Establecimiento 5	0,2234
Establecimiento 4	-0,0945
Establecimiento 2	-0,1497
Establecimiento 3	-0,4483

Respecto a los resultados de la variante I la diferencia se presenta entre los establecimientos 4 y 5. En la variante I el segundo lugar lo tiene el establecimiento 4 y en la variante II el establecimiento 5 y, el tercer lugar en la variante I lo tiene el establecimiento 5 y en la variante II el establecimiento 4. Los demás establecimientos mantienen los mismos lugares.

#### 4. Método de Taxonomía Numérica

Los elementos sujetos a comparación se denotan por  $P_j$ , donde  $j = 1, 2, \dots, k$ .

Los caracteres de los elementos a comparar se describen a través de indicadores expresados por las variables  $X_{ij}$ , donde  $i = 1, 2, \dots, n$  y  $j = 1, 2, \dots, k$ , siendo  $i$  el número correspondiente a cada variable y  $j$  el número correspondiente a cada elemento a comparar.

Se crea el elemento abstracto  $P_0$ , el cual sirve para los fines de cálculo y se determina mediante la relación:

$$X_{i0} = \max_j [X_{ij}] \text{ si } i \in J \text{ ó } X_{i0} = \min_j [X_{ij}] \text{ si } i \notin J ,$$

donde  $J$  es el conjunto de indicadores estimuladores (crecientes), o sea, aquellos indicadores seleccionados cuyas dimensiones crecientes evidencian la mejoría de la situación en el campo que caracteriza este indicador. Recordemos que los

indicadores decrecientes se convierten a crecientes mediante la inversión del indicador.

En el ejemplo,  $P_0$  sería: 0,91; 12,6; 215; 0,781; 11,11 para  $i = 1,2,3,4,5$  respectivamente. Entonces, las variables  $X_{ij}$  incluirían un valor adicional, o sea, el valor máximo de la distribución de  $X_i$ , quedando la tabla inicial en la siguiente forma:

Tabla 10: Valores de los indicadores en cada establecimiento y media de cada indicador considerando el establecimiento ficticio máximo

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	0,82	12,5	210	0,758	10
ESTAB. 2	0,91	11,9	211	0,714	6,67
ESTAB. 3	0,74	12,2	190	0,769	8,33
ESTAB. 4	0,78	10,8	200	0,781	11,11
ESTAB. 5	0,88	12,6	215	0,719	7,69
ESTAB.MAX.	0,91	12,6	215	0,781	11,11
SUMA	5,04	72,6	1241	4,522	54,91
MEDIA	1,008	14,52	248,2	0,9044	10,982

Posteriormente, se procede a la estandarización de las variables  $X_{ij}$  y  $X_{i0}$ , mediante la desviación estándar de la distribución de la variable  $X_i$ . Aquí, la media, la varianza y la desviación estándar se calculan considerando  $j = 1,2,\dots,k,k+1$ .

$$Z_{i0} = \frac{X_{i0} - \bar{X}_i}{S_i}, \text{ para } i = 1,2,\dots,n; \quad Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{S_i}, \text{ para } i = 1,2,\dots,n \text{ y } j = 1,2,\dots,k,$$

donde:

$$\bar{X}_i = \sum_{j=1}^{k+1} \frac{X_{ij}}{k+1} \text{ y } S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{k+1} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}{k+1}}, \text{ para } i = 1,2,\dots,n.$$

La tabla de las desviaciones  $(X_{ij} - \bar{X}_i)$ , para  $j = 1,2,\dots,k+1$ , es la siguiente:

Tabla 11: Desviaciones  $(X_{ij} - \bar{X}_i)$

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	-0,02	0,40	3,17	0,0043	0,85
ESTAB. 2	0,07	-0,20	4,17	-0,0397	-2,48
ESTAB. 3	-0,10	0,10	-16,83	0,0153	-0,82
ESTAB. 4	-0,06	-1,30	-6,83	0,0273	1,96
ESTAB. 5	0,04	0,50	8,17	-0,0347	-1,46
ESTAB.MAX.	0,07	0,50	8,17	0,0273	1,96

La tabla de las desviaciones al cuadrado, su suma, la varianza y desviación estándar, se muestra a continuación:

Tabla 12: Desviación estándar de las distribuciones de las variables  $X_i$

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	0,0004	0,1600	10,03	0,0000	0,72
ESTAB. 2	0,0049	0,0400	17,36	0,0016	6,16
ESTAB. 3	0,0100	0,0100	283,36	0,0002	0,68
ESTAB. 4	0,0036	1,6900	46,69	0,0007	3,84
ESTAB. 5	0,0016	0,2500	66,69	0,0012	2,14
ESTAB.MAX.	0,0049	0,2500	66,69	0,0007	3,84
SUMA	0,0254	2,4000	490,83	0,0045	17,36
VARIANZA	0,0042	0,4000	81,81	0,0008	2,89
DESV.EST.	0,0651	0,6325	9,04	0,0275	1,70

Teniendo la desviación estándar de cada variable (indicador) podemos estandarizar las desviaciones respecto a la media, o sea,  $Z_{ij}$ :

Tabla 13: Estandarización de las desviaciones  $(X_{ij} - \bar{X}_i)$

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	-0,31	0,63	0,35	0,16	0,50
ESTAB. 2	1,08	-0,32	0,46	-1,44	-1,46
ESTAB. 3	-1,54	0,16	-1,86	0,56	-0,48
ESTAB. 4	-0,92	-2,06	-0,76	1,00	1,15
ESTAB. 5	0,61	0,79	0,90	-1,26	-0,86
ESTAB.MAX.	1,08	0,79	0,90	1,00	1,15

Al tener todos los valores estandarizados podemos entonces establecer comparaciones. Así, determinamos las distancias de cada valor  $Z_{ij}$ , para  $j = 1, 2, \dots, k$ , respecto a  $Z_{i0}$  (valor máximo), para cada  $i = 1, 2, \dots, n$ , o sea,  $Z_{ij} - Z_{i0}$ .

Tabla 14: Distancias  $Z_{ij} - Z_{i0}$

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	-1,3833	-0,1581	-0,5528	-0,8377	-0,6526
ESTAB. 2	0,0000	-1,1068	-0,4423	-2,4402	-2,6103
ESTAB. 3	-2,6128	-0,6325	-2,7641	-0,4370	-1,6343
ESTAB. 4	-1,9980	-2,8460	-1,6584	0,0000	0,0000
ESTAB. 5	-0,4611	0,0000	0,0000	-2,2581	-2,0106

Para calcular las distancias de cada punto  $P_j$ , hasta el punto  $P_0$ , utilizamos la fórmula:

$$D_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Z_{ij} - Z_{i0})^2} \text{ , para } j = 1, 2, \dots, k$$



En el ejemplo, estas distancias serían:

Tabla 15: Distancias  $D_j$

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5	SUMA	DISTANCIA
ESTAB. 1	1,9134	0,0250	0,3056	0,7017	0,4258	3,3715	$D_1= 1,8362$
ESTAB. 2	0,0000	1,2250	0,1956	5,9545	6,8134	14,1885	$D_2= 3,7668$
ESTAB. 3	6,8268	0,4000	7,6401	0,1910	2,6711	17,7289	$D_3= 4,2106$
ESTAB. 4	3,9921	8,1000	2,7504	0,0000	0,0000	14,8426	$D_4= 3,8526$
ESTAB. 5	0,2126	0,0000	0,0000	5,0989	4,0425	9,3540	$D_5= 3,0584$

Mientras menor sea la distancia  $D_j$  entre el punto  $P_j$  y el punto  $P_0$ , significa una alta calificación y el ordenamiento de los elementos comparados se hará según los valores de menor a mayor de las distancias  $D_j$ . Entonces:

Orden de los establecimientos según resultados:

Establecimiento 1: 1,8362  
 Establecimiento 5: 3,0584  
 Establecimiento 2: 3,7668  
 Establecimiento 4: 3,8526  
 Establecimiento 3: 4,2106

Podemos ahora comparar los resultados de los tres métodos:

	Rangos I	Rangos II	Taxonomía Numérica
Primer lugar	1	1	1
Segundo lugar	4	5	5
Tercer lugar	5	4	2
Cuarto lugar	2	2	4
Quinto lugar	3	3	3

Existen diferencias en los resultados de los 3 métodos, aunque no son muy significativas. Obsérvese que se mantiene el establecimiento 1 en el primer lugar y el establecimiento 3 en el último lugar para los tres métodos. Las diferencias se encuentran en los lugares restantes, motivadas por las formas de determinación de los indicadores de ordenamiento.

## 5. EL MÉTODO RANTAX

### 2.1 Elementos ficticios

A partir del contenido anterior, digamos “clásico” de los métodos utilizados, consideremos la inclusión de tres elementos ficticios, uno para el valor máximo de cada indicador, otro para el valor mínimo de cada indicador y el tercero para el valor promedio de cada indicador (calculado a partir de los valores reales).

El considerar el valor máximo de cada indicador nos permite establecer un intervalo desde el valor cero hasta el valor máximo para el cálculo posterior de la eficiencia,

ya que se considera como supuesto que el elemento ficticio formado por los valores máximos de los indicadores tiene como eficiencia el valor 1.

La inclusión de los elementos ficticios formados por los valores mínimos y medios de cada indicador permite establecer el intervalo de eficiencia en que se mueven los elementos y el comportamiento promedio de los mismos.

Los valores máximos y mínimos de los indicadores pueden fijarse seleccionándolos del conjunto de valores de cada indicador correspondientes a los elementos considerados, o determinándolos de forma independiente por el investigador. La fijación de los valores máximos y mínimos según esta segunda variante, permite hacer comparaciones entre diversos períodos, entre valores planificados y reales, etc., siempre y cuando se mantengan estos mismos valores.

El elemento ficticio medio está formado por las medias aritméticas de las distribuciones de los valores de las variables  $X_i$ .

Si suponemos que los valores máximos y mínimos de los indicadores, se seleccionaron de los valores dados en la distribución, entonces, en el ejemplo la tabla inicial quedaría de la siguiente forma:

Tabla 16: Valores de las variables para los establecimientos reales y ficticios

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	0,82	12,5	210	0,758	10,00
ESTAB. 2	0,91	11,9	211	0,714	6,67
ESTAB. 3	0,74	12,2	190	0,769	8,33
ESTAB. 4	0,78	10,8	200	0,781	11,11
ESTAB. 5	0,88	12,6	215	0,719	7,69
ESTAB.MAX.	0,91	12,6	215	0,781	11,11
ESTAB.MIN.	0,74	10,8	190	0,714	6,67
ESTAB.MEDIO	0,83	12,0	205	0,748	8,76

La tabla siguiente muestra la media aritmética de las distribuciones de las variables:

Tabla 17: Media aritmética de cada Indicador

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	0,82	12,5	210	0,758	10,00
ESTAB. 2	0,91	11,9	211	0,714	6,67
ESTAB. 3	0,74	12,2	190	0,769	8,33
ESTAB. 4	0,78	10,8	200	0,781	11,11
ESTAB. 5	0,88	12,6	215	0,719	7,69
ESTAB.MAX.	0,91	12,6	215	0,781	11,11
ESTAB.MIN.	0,74	10,8	190	0,714	6,67
ESTAB.MEDIO	0,83	12,0	205	0,748	8,76
SUMA	5,70	95,40	1636,20	5,98	63,67
MEDIA	0,712	11,93	204,5	0,748	7,96

## 2.2 Versión modificada del método de Rangos I

Primeramente hallaremos los rangos  $R_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{x}_i}$ , para  $i = 1, 2, \dots, n$  y  $j = 1, 2, \dots, k+3$ :

Tabla 18: Rangos  $R_{ij}$

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	0,993	1,048	1,027	1,013	1,137
ESTAB. 2	1,102	0,998	1,032	0,955	0,759
ESTAB. 3	0,896	1,023	0,929	1,028	0,947
ESTAB. 4	0,945	0,906	0,978	1,044	1,264
ESTAB. 5	1,066	1,057	1,051	0,961	0,875
ESTAB.MAX.	1,102	1,057	1,051	1,044	1,264
ESTAB.MIN.	0,896	0,906	0,929	0,955	0,759
ESTAB.MEDIO	1,000	1,006	1,003	1,000	0,996

Se continúa con el cálculo del rango promedio para cada establecimiento, el que se considera como índice de ordenamiento:

Tabla 19: Determinación de los índices de ordenamiento para cada establecimiento

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5	SUMA	IND.ORD.
ESTAB. 1	0,993	1,048	1,027	1,013	1,137	5,219	1,044
ESTAB. 2	1,102	0,998	1,032	0,955	0,759	4,845	0,969
ESTAB. 3	0,896	1,023	0,929	1,028	0,947	4,824	0,965
ESTAB. 4	0,945	0,906	0,978	1,044	1,264	5,136	1,027
ESTAB. 5	1,066	1,057	1,051	0,961	0,875	5,009	1,002
ESTAB.MAX.	1,102	1,057	1,051	1,044	1,264	5,518	1,104
ESTAB.MIN.	0,896	0,906	0,929	0,955	0,759	4,444	0,889
ESTAB.MEDIO	1,000	1,006	1,003	1,000	0,996	5,006	1,001

El orden de los establecimientos de acuerdo a los resultados sería el siguiente:

Establecimiento	Índice de Ordenamiento
Max	1,104
1	1,044
4	1,027
5	1,002
Medio	1,001
2	0,969
3	0,965
Mínimo	0,889

## 2.3 Versión modificada del método de Rangos II

De la tabla 17, con los  $X_{ij}$  y  $\bar{X}_i$ , calculamos las desviaciones de los valores respecto a la media de cada indicador, o sea,  $(X_{ij} - \bar{X}_i)$ .

Tabla 20: Desviaciones de los valores respecto a la media de cada indicador

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	-0,00575	0,575	5,4750	0,0100	1,2075
ESTAB. 2	0,08425	-0,025	6,4750	-0,0340	-2,1225
ESTAB. 3	-0,08575	0,275	-14,5250	0,0210	-0,4625
ESTAB. 4	-0,04575	-1,125	-4,5250	0,0330	2,3175
ESTAB. 5	0,05425	0,675	10,4750	-0,0290	-1,1025
ESTAB.MAX.	0,08425	0,675	10,4750	0,0330	2,3175
ESTAB.MIN.	-0,08575	-1,125	-14,5250	-0,0340	-2,1225
ESTAB.MEDIO	0,00025	0,075	0,6750	0,0002	-0,0325

En la segunda variante del método de rangos, se calcula la desviación estándar para cada indicador, con el objetivo de estandarizar estas desviaciones, lo que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 21: Cálculo de la desviación estándar para cada indicador

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	0,0000	0,3306	29,9756	0,0001	1,4581
ESTAB. 2	0,0071	0,0006	41,9256	0,0012	4,5050
ESTAB. 3	0,0074	0,0756	210,9756	0,0004	0,2139
ESTAB. 4	0,0021	1,2656	20,4756	0,0011	5,3708
ESTAB. 5	0,0029	0,4556	109,7256	0,0008	1,2155
ESTAB.MAX.	0,0071	0,4556	109,7256	0,0011	5,3708
ESTAB.MIN.	0,0074	1,2656	210,9756	0,0012	4,5050
ESTAB.MEDIO	0,0000	0,0056	0,4556	0,0000	0,0011
SUMA	0,0340	3,8550	734,2350	0,0059	22,6402
VARIANZA	0,0042	0,4819	91,7794	0,0007	2,8300
DESV.EST.	0,0652	0,6942	9,5802	0,0271	1,6823

Una vez que calculamos la desviación estándar podemos entonces estandarizar las desviaciones, transformando las variables  $X_i$  en  $Z_i$ .

Tabla 22: Estandarización de las desviaciones de los valores de los indicadores respecto a la media correspondiente (Cálculo de los  $Z_{ij}$ )

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	-0,0882	0,8283	0,5715	0,3682	0,7178
ESTAB. 2	1,2929	-0,0360	0,6759	-1,2559	-1,2617
ESTAB. 3	-1,3159	0,3962	-1,5162	0,7742	-0,2749
ESTAB. 4	-0,7021	-1,6206	-0,4723	1,2171	1,3776
ESTAB. 5	0,8325	0,9724	1,0934	-1,0713	-0,6554
ESTAB.MAX.	1,2929	0,9724	1,0934	1,2171	1,3776
ESTAB.MIN.	-1,3159	-1,6206	-1,5162	-1,2559	-1,2617
ESTAB.MEDIO	0,0038	0,1080	0,0705	0,0065	-0,0193

Dado que el índice de ordenamiento en el método de rangos II, es la media de la suma de los valores  $Z_{ij}$  para  $i = 1, \dots, n$  para cada  $j$ , donde  $j = 1, \dots, k+3$ , entonces:

Tabla 23: Índices de ordenamiento de los establecimientos

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5	SUMA	IND.ORD.
ESTAB. 1	-0,0882	0,8283	0,5715	0,3682	0,7178	2,3975	0,4795
ESTAB. 2	1,2929	-0,0360	0,6759	-1,2559	-1,2617	-0,5848	-0,1170
ESTAB. 3	-1,3159	0,3962	-1,5162	0,7742	-0,2749	-1,9366	-0,3873
ESTAB. 4	-0,7021	-1,6206	-0,4723	1,2171	1,3776	-0,2003	-0,0401
ESTAB. 5	0,8325	0,9724	1,0934	-1,0713	-0,6554	1,1716	0,2343
ESTAB.MAX.	1,2929	0,9724	1,0934	1,2171	1,3776	5,9534	1,1907
ESTAB.MIN.	-1,3159	-1,6206	-1,5162	-1,2559	-1,2617	-6,9703	-1,3941
ESTAB.MEDIO	0,0038	0,1080	0,0705	0,0065	-0,0193	0,1695	0,0339

Ordenamiento de los establecimientos:

Establecimiento máximo: 1,1907

Establecimiento 1: 0,4795

Establecimiento 5: 0,2343

Establecimiento medio: 0,0339

Establecimiento 4: -0,0401

Establecimiento 2: -0,1170

Establecimiento 3: -0,3873

Establecimiento mínimo: -1,3941

### 2.2.3 Método de Taxonomía Numérica

Partimos de la tabla 22, que contiene los valores estandarizados  $Z_{ij}$ . Seguidamente calculamos las distancias entre los  $Z_{ij}$  y  $Z_{i0}$ , o sea,  $Z_{ij} - Z_{i0}$ .

Tabla 24: Distancias  $Z_{ij} - Z_{i0}$

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	-1,3811	-0,1441	-0,5219	-0,8489	-0,6598
ESTAB. 2	0,0000	-1,0084	-0,4175	-2,4730	-2,6393
ESTAB. 3	-2,6088	-0,5762	-2,6096	-0,4429	-1,6525
ESTAB. 4	-1,9949	-2,5930	-1,5657	0,0000	0,0000
ESTAB. 5	-0,4604	0,0000	0,0000	-2,2885	-2,0330
ESTAB.MAX.	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESTAB.MIN.	-2,6088	-2,5930	-2,6096	-2,4730	-2,6393
ESTAB.MEDIO	-1,2890	-0,8643	-1,0229	-1,2107	-1,3969

Entonces, las distancias entre los establecimientos  $P_j$  (para  $j = 1, \dots, k+2$ ) y el establecimiento máximo  $P_0$ , que expresaría el índice de ordenamiento, tal y como hemos visto anteriormente, es

$$D_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Z_{ij} - Z_{i0})^2}$$

Tabla 25: Cálculo de las distancias  $D_j$

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5	SUMA	DISTANCIA
ESTAB. 1	1,9075	0,0208	0,2724	0,7207	0,4354	3,3567	1,8321
ESTAB. 2	0,0000	1,0169	0,1743	6,1158	6,9659	14,2728	3,7779
ESTAB. 3	6,8057	0,3320	6,8098	0,1962	2,7309	16,8746	4,1079
ESTAB. 4	3,9798	6,7237	2,4515	0,0000	0,0000	13,1551	3,6270
ESTAB. 5	0,2119	0,0000	0,0000	5,2370	4,1330	9,5819	3,0955
ESTAB.MAX.	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESTAB.MIN.	6,8057	6,7237	6,8098	6,1158	6,9659	33,4209	5,7811
ESTAB.MEDIO	1,6616	0,7471	1,0464	1,4657	1,9514	6,8722	2,6215

El orden de los establecimientos será (de menor a mayor):

Establecimiento máximo:	0,0000
Establecimiento 1:	1,8321
Establecimiento medio:	2,6215
Establecimiento 5:	3,0955
Establecimiento 4:	3,6270
Establecimiento 2:	3,7779
Establecimiento 3:	4,1079
Establecimiento mínimo:	5,7811

Los resultados en los 3 métodos son los siguientes:

Lugar	Establecimientos		
	Rantax I	Rantax II	Taxonomía Numérica
1	Max	Max	Max
2	1	1	1
3	4	5	Medio
4	5	Medio	5
5	Medio	4	4
6	2	2	2
7	3	3	3
8	Min	Min	Min

Los resultados nos informan del lugar que ocupan según el ordenamiento realizado de acuerdo a los procedimientos de cada método. Para poder establecer un índice global de eficiencia que sustituya al índice de ordenamiento, es conveniente, por tanto, incorporar a dichos métodos otros artificios.

#### 2.2.4 Criterios para un índice de eficiencia comparativa

Para el Método de Rangos I los índices de eficiencia se calculan mediante:

$$E_{1j} = \frac{IO_j}{IO_{max}}, \text{ siendo 1 el método de rangos I y } j = 1, 2, \dots, k+3, \text{ por lo que:}$$

$$E_{1max} = 1,0000$$

$$E_{11} = 1,044 / 1,104 = 0,946$$

$$E_{14} = 1,027 / 1,104 = 0,930$$

$$E_{15} = 1,002 / 1,104 = 0,908$$

$$E_{1m} = 1,001 / 1,104 = 0,907$$

$$E_{12} = 0,969 / 1,104 = 0,878$$

$$E_{13} = 0,965 / 1,104 = 0,874$$

$$E_{1min} = 0,889 / 1,104 = 0,805$$

Para el Método de Rangos II tenemos que considerar la situación de que los rangos, y por consiguiente los índices de ordenamiento, presentan valores positivos y negativos, por lo que se hace necesario transformar el intervalo de valores para poder calcular adecuadamente los índices de eficiencia. Esto se logra a través de la variable estandarizada correspondiente al valor 0 ( $Z_0$ ), donde:

$$Z_{0i} = - \frac{x_i}{s_i}, \text{ para } i = 1, \dots, n \text{ y } IO_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{0i}}{n}$$

Tabla 26: Estandarización del valor cero de las variables

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5	SUMA	IND.ORD.
Valor 0	-12,6717	-17,1787	-21,3488	-27,6100	-5,2266	-84,0359	-16,8072

En el ejemplo  $IO_0 = -16,8072$ .

Y los índices de eficiencia se definirán por  $E_{2j} = \frac{IO_j + abs(IO_0)}{IO_{max} + abs(IO_0)}$ , para  $j = 1, 2, \dots, k+3$ .

Entonces:

Tabla 27: Índices de Eficiencia para Rantax II

	IND.ORD.( $IO_j$ )	$IO_j +  IO_0 $	$E_{2j}$
ESTAB. 1	0,4795	17,2867	0,9605
ESTAB. 2	-0,1170	16,6902	0,9273
ESTAB. 3	-0,3873	16,4199	0,9123
ESTAB. 4	-0,0401	16,7671	0,9316
ESTAB. 5	0,2343	17,0415	0,9469
ESTAB.MAX.	1,1907	17,9979	1,0000
ESTAB.MIN.	-1,3941	15,4131	0,8564
ESTAB.MEDIO	0,0339	16,8411	0,9357
Valor 0	-16,8072		

O sea, el orden por el índice de eficiencia sería:

Establecimiento máximo	1,0000
Establecimiento 1	0,9605
Establecimiento 5	0,9469
Establecimiento medio	0,9357
Establecimiento 4	0,9316
Establecimiento 2	0,9273
Establecimiento 3	0,9123
Establecimiento mínimo	0,8564

Para el Método de Taxonomía Numérica también tenemos que hacer transformaciones, ya que el índice de orden del establecimiento máximo es 0 y no es posible usarlo en el cálculo de la eficiencia. El índice de eficiencia del método de taxonomía numérica es:

$$E_{3j} = 1 - \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Z_{ij} - Z_{i0})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Z_{0i} - Z_{i0})^2}}$$

Los valores  $Z_{ij} - Z_{i0}$  y  $Z_{0i} - Z_{i0}$  para  $i = 1, \dots, n$  y  $j = 1, \dots, k+3$ , se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 28: Valores  $Z_{ij} - Z_{i0}$  y  $Z_{0i} - Z_{i0}$

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5
ESTAB. 1	-1,3811	-0,1441	-0,5219	-0,8489	-0,6598
ESTAB. 2	0,0000	-1,0084	-0,4175	-2,4730	-2,6393
ESTAB. 3	-2,6088	-0,5762	-2,6096	-0,4429	-1,6525
ESTAB. 4	-1,9949	-2,5930	-1,5657	0,0000	0,0000
ESTAB. 5	-0,4604	0,0000	0,0000	-2,2885	-2,0330
ESTAB.MAX.	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESTAB.MIN.	-2,6088	-2,5930	-2,6096	-2,4730	-2,6393
ESTAB.MEDIO	-1,2890	-0,8643	-1,0229	-1,2107	-1,3969
Valor 0	-9,8012	-17,6667	-19,5251	-22,6846	-3,7940

Seguidamente, elevamos al cuadrado estos valores, efectuamos la suma por establecimiento y extraemos su raíz cuadrada para el cálculo de las distancias. De

esta forma calculamos  $\sqrt{\sum_{i=1}^n (Z_{ij} - Z_{i0})^2}$  y  $\sqrt{\sum_{i=1}^n (Z_{0i} - Z_{i0})^2}$ .

Tabla 29: Cálculo de los indicadores de distancia de variables y establecimientos

	INDIC. 1	INDIC. 2	INDIC. 3	INDIC. 4	INDIC. 5	SUMA	DISTANCIA
ESTAB. 1	1,9075	0,0208	0,2724	0,7207	0,4354	3,3567	1,8321
ESTAB. 2	0,0000	1,0169	0,1743	6,1158	6,9659	14,2728	3,7779
ESTAB. 3	6,8057	0,3320	6,8098	0,1962	2,7309	16,8746	4,1079
ESTAB. 4	3,9798	6,7237	2,4515	0,0000	0,0000	13,1551	3,6270
ESTAB. 5	0,2119	0,0000	0,0000	5,2370	4,1330	9,5819	3,0955
ESTAB.MAX.	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ESTAB.MIN.	6,8057	6,7237	6,8098	6,1158	6,9659	33,4209	5,7811
ESTAB.MEDIO	1,6616	0,7471	1,0464	1,4657	1,9514	6,8722	2,6215
Valor 0	96,0633	312,1111	381,2280	514,5915	14,3941	1318,3880	36,3096



Entonces, podemos calcular los índices de eficiencia  $E_{3j}$ :

Tabla 30: Índices de Eficiencia Método Taxonomía Numérica

	Dij / D0	1-Dij / D0
ESTAB. 1	0,0505	0,9495
ESTAB. 2	0,1040	0,8960
ESTAB. 3	0,1131	0,8869
ESTAB. 4	0,0999	0,9001
ESTAB. 5	0,0853	0,9147
ESTAB.MAX.	0,0000	1,0000
ESTAB.MIN.	0,1592	0,8408
ESTAB.MEDIO	0,0722	0,9278

El ordenamiento de los establecimientos según los cálculos realizados sería:

Establecimiento	Índice de Eficiencia
Máximo	1,0000
1 0,9495	
Medio	0,9278
5	0,9147
4	0,9001
2	0,8960
3	0,8869
Mínimo	0,8408

Comparando los resultados de los tres métodos tenemos:

Establecimiento	Rantax I	Lugar	Rantax II	Lugar	Tax Numérica	Lugar
1	0,946	1	0,9605	1	0,9495	1
2	0,878	4	0,9273	4	0,8960	4
3	0,874	5	0,9469	5	0,8869	5
4	0,930	2	0,9316	3	0,9001	3
5	0,908	3	0,9469	2	0,9147	2
Máximo	1,000		1,0000			
Medio	0,907		0,9357			
Mínimo	0,805		0,8564			

Observamos que la única diferencia entre los 3 métodos es que en el Rantax I los establecimientos 4 y 5 ocupan los lugares 2 y 3 respectivamente y en los otros dos métodos lo ocupan a la inversa.

De acuerdo al nivel de complejidad en la determinación de los índices de eficiencia, se establece un índice integral de eficiencia, dado por el Método Rantax, considerando un peso del 20% a Rantax I, 30% a Rantax II y 50% a Taxonomía Numérica, por lo que:

Establecimiento	Índice integral de eficiencia	Lugar
1	0,9521	1
2	0,9018	4
3	0,8919	5
4	0,9155	3
5	0,9230	2
Máximo	1,0000	
Medio	0,9260	
Mínimo	0,8383	

### 3. El Programa RANTAX

El Método RANTAX no solamente calcula un índice integral de eficiencia por establecimiento. Es posible determinar el aporte a la eficiencia por unidad de cada indicador (eficiencia marginal) y el aporte para cada establecimiento. El programa diseñado para la aplicación del Método Rantax, fue escrito, en lenguaje BASIC, permitiendo adicionar indicadores y/o establecimientos y realizar cambios en los valores de las variables. Su deficiencia consiste en que hay que registrar los datos, no trabaja sobre bases de datos existentes y no guarda resultados, aunque sí los imprime. Su salida comprende el indicador integral de eficiencia calculado para cada establecimiento (incluyendo los establecimientos ficticios) y el orden que le corresponde a cada establecimiento real. Respecto a los indicadores brinda los valores máximo y mínimo considerados y la eficiencia por unidad de medida de cada indicador. Y respecto a cada establecimiento (incluyendo los tres establecimientos ficticios) brinda los valores correspondientes a los indicadores, la eficiencia aportada por cada indicador y % del total de eficiencia del establecimiento y el índice de eficiencia del mismo. Si no sale del programa, después de imprimir los resultados, puede adicionar o eliminar indicadores y/o establecimientos y realizar cambios en los existentes.

### BIBLIOGRAFÍA

1. FLUREX, K., YA. LUKASCHEVICH, YA. DORCAL, J. STEYAJAUS, S. ZUHCHI (1951): *Taxonomía de Vrotalov*, Resumen Antropológico, T. XXII
2. HERRERA GUIROLA, ALBERTO (1986): *Nociones de Taxonomía Numérica*, Editorial Científico-Técnica, La Habana.
3. JELVIG, Z., A. KANIN-GOSPODAROVICH (1975): *Utilización del Análisis Comparativo en las Investigaciones Internacionales del Centro Científico-Investigativo Estadístico-Económico de la Dirección Central de Estadística de la República Popular de Polonia*, Cuaderno 83, Varsovia.
4. LLANES PÉREZ, ROBERTO (1988): *Aplicación de Métodos Comparativos de Eficiencia en el Análisis Económico de la Empresa Turhoteles de Ciudad de La Habana*, Tesis Doctoral, Escuela Superior de Economía de Bratislava.
5. LLANES PÉREZ, ROBERTO (1990): *Rantax-Programa Integral de Métodos de Eficiencia Comparativa*, Ponencia presentada en Sesión Científica de la Cátedra de Estadística de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Oviedo, España.

6. AYALA, HÉCTOR; LLANES, ROBERTO; MESA, IMILSE; CANAL, RAMIRO (1996): *Programa de Calidad en el Hotel Cubanacán Biocaribe*, Ponencia presentada en el CIPTUR '96, La Habana.