

# Métodos para tomar decisiones en grupo: Comparación entre Procesos DRV y SMAA

José Luis Zanazzi, Magdalena Dimitroff, Daniel Pontelli, Beatriz Pedrotti

Laboratorio de Mantenimiento e Ingeniería Industrial. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.

**Abstract.** The paper compares two methods developed to aid group decision making. They are the DRV Processes and SMAA methods. It contains synthetic descriptions of both methods. An example allows the quantitative comparison. Similarity and differences are identified between both approach analysis. Finally concludes with the argument that both proposals are different due to small differences in the problems they intend to solve.

**Keywords:** Group Decision Making, DRV Processes, Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis

## 1 - Introducción

En el presente trabajo se analizan y comparan dos métodos diseñados para facilitar la toma de decisiones en grupo. La comparación es procedente dado que los problemas que pretenden resolver ambos métodos son similares y de hecho se inscriben en el paradigma de la Decisión Multicriterio Discreta.

En cuanto al problema de decisión que se analiza, se supone que un grupo de  $N$  personas debe comparar  $I$  alternativas a la luz de  $J$  criterios. Estos criterios pueden ser contrapuestos entre sí, es decir que cuando se alcanzan buenos resultados en unos, pueden encontrarse resultados pobres en otros.

Entre las características distintivas de estas dos propuestas se encuentra el hecho de que ambos utilizan la Teoría de la Utilidad Multiatributo Aditiva, para representar las preferencias de los integrantes del equipo. Además, los dos métodos utilizan variables aleatorias multidimensionales para representar estas preferencias.

Por otra parte, tanto los Procesos DRV (Decisión con Reducción de Variabilidad) como los SMAA (Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis), conceden especial atención al tratamiento de algunos problemas básicos de la decisión grupal: incertidumbre, imprecisión y falta de datos. Por ese motivo, se considera importante incluir estos elementos en la comparación.

Corresponde precisar que los Procesos DRV han sido desarrollados en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, en el ámbito del Laboratorio de Ingeniería y Mantenimiento Industrial. Una descripción de esta propuesta puede encontrarse en los artículos [1], [2] y [3].

Por su parte, la familia de métodos SMAA ha sido impulsada fundamentalmente desde la Universidad de Turku, en Finlandia. La propuesta ha generado una importante cantidad de publicaciones en revistas de primer nivel internacional. Entre los trabajos que la presentan se encuentran los referenciados como [4], [5], [6], [7], y [8].

En esta ponencia se describen inicialmente ambos métodos en líneas generales. A continuación se analiza un ejemplo ficticio, el cual se resuelve con ambas estrategias. A continuación se resumen en una tabla las principales semejanzas y diferencias. La ponencia cierra con las correspondientes conclusiones.

## **2 - Presentación de los Procesos DRV**

Los Procesos DRV asumen que los miembros tienen objetivos comunes, es decir que se trata de un caso de “Group Decision Making” (GDM), conforme a la definición de [9]. Además se considera que el grupo se encuentra en condiciones de identificar y definir las alternativas, además de adoptar en conjunto los criterios necesarios para su análisis.

Entre las características distintivas de los Procesos DRV, se destaca la preocupación por hacer posible que todos los miembros puedan efectuar aportes al trabajo de análisis y que los juicios individuales no se encuentren condicionados o limitados por la presión del grupo. De esta manera se espera enriquecer el conocimiento sobre el problema y favorecer el compromiso posterior de los integrantes con la decisión adoptada.

Ahora bien, se reconocen en la estructura del método tres etapas: estabilización del proceso de decisión; agregación de preferencias y ordenamiento de alternativas. En el presente apartado se realiza un resumen de los aspectos centrales de cada fase.

### **2.1 – Estabilización**

A partir del supuesto de que el grupo responde a un objetivo común y además tiene reglas que generan puntos de vista compartidos, se acepta que sus integrantes se encuentran en condiciones de construir un árbol de decisión, como lo propone el texto referenciado como [10]. Una vez construido el árbol, el método conduce al análisis de cada uno de los subproblemas, a fin de hacer valoraciones relativas de los elementos de decisión (alternativas y criterios).

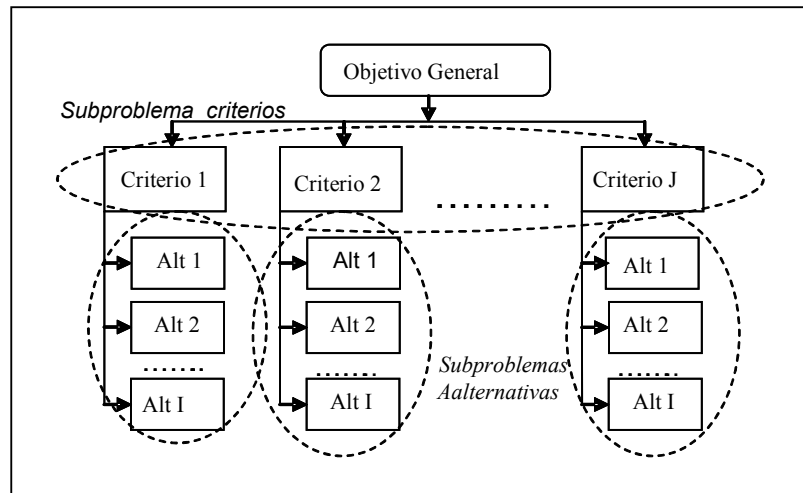


Figura 1 Arbol de la Decisión

Cuando las apariencias hacen pensar que los integrantes logran desarrollar una visión común acerca del subproblema bajo estudio, el método requiere que se realice una asignación de utilidades a los elementos que lo componen. Dicha asignación es una tarea individual y se efectúa del mismo modo, tanto para los criterios como para las alternativas.

Entre los supuestos fundamentales del método se encuentra el hecho de que si los miembros conforman realmente un grupo con objetivos y valores compartidos, entonces no pueden existir enormes diferencias entre sus opiniones y preferencias. Por ese motivo el método tiene una dinámica orientada a reducir la variabilidad de las utilidades asignadas, hasta arribar a una situación de estabilidad, donde aún cuando el trabajo de análisis se continúe, las posturas individuales ya no pueden cambiar de modo significativo.

La reducción de esta variabilidad se logra en general mediante uno o dos ciclos de análisis. La evolución de la suma de cuadrados de las utilidades asignadas se representa en la Figura siguiente.

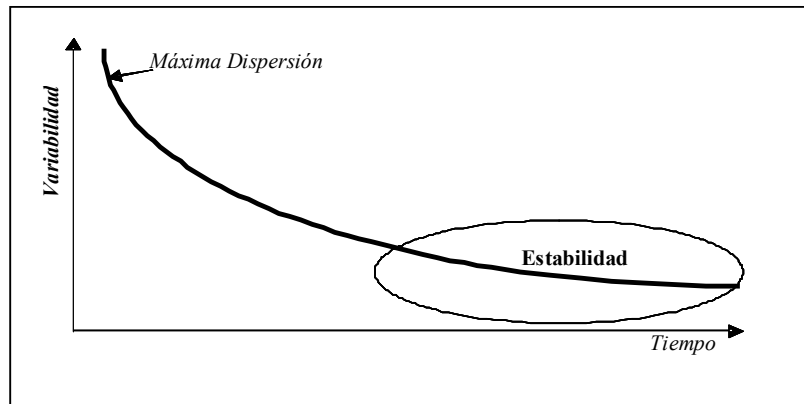


Figura 2 Disminución de la variabilidad en función del tiempo

En el estado estable, la variable aleatoria puede ser entendida como una suma de muchos efectos, con intensidades similares. Con esa base, la variabilidad residual en las valoraciones tanto de las alternativas como de los criterios, debe poder ser representada por una distribución Normal (cuando el grupo presenta cohesión), o por dos o tres normales (cuando subsisten diferencias irreconciliables).

De modo adicional, para facilitar el seguimiento del proceso, puede utilizarse el denominado Índice de Variabilidad Remanente (IVR), que se obtiene como sigue:

$$IVR = (SCD / SCU) * 100\% \quad (1)$$

Donde SCD es la variabilidad residual, después de una fase de análisis y SCU es representada por la distribución uniforme y refleja una situación de total desacuerdo. En la práctica, puede suponerse que valores de IVR por debajo de veinticinco por ciento, son propios de la estabilidad.

## 2.2 - Agregación

Una vez que se ha completa el análisis del árbol de decisión y se alcanza la estabilidad en cada una de las ramas, es posible definir una distribución normal para cada criterio y una normal para cada alternativa respecto a cada criterio. La situación se esquematiza en la Figura siguiente.

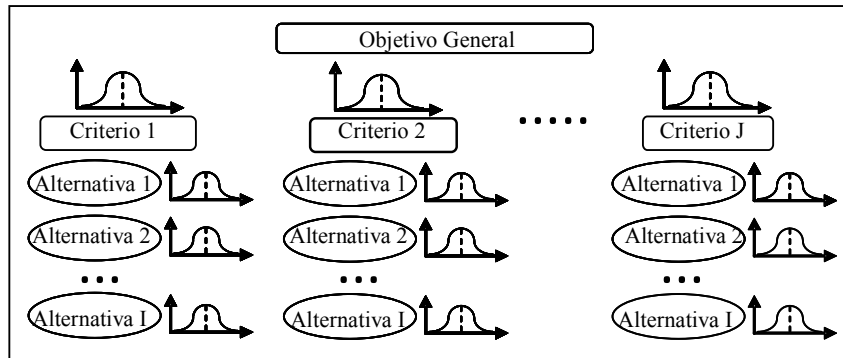


Figura 3 Distribuciones normales en el árbol de decisión

En estas condiciones, los procesos DRV contemplan dos modalidades de agregación: Ponderación Lineal y estrategia TODIM. En la primera opción, las valoraciones globales para las alternativas se representan con una nueva variable aleatoria multidimensional  $V$ , la cual se define del siguiente modo:

$$V_i = \sum_{j=1}^J C_j * W_{ij} \quad (2)$$

En la expresión anterior, el vector aleatorio  $C_j$  representa a las ponderaciones de los criterios, las variables aleatorias multidimensionales  $W_{ij}$  corresponden a las utilidades estandarizadas de la alternativa  $i$ , bajo el criterio  $j$ . Por último, la variable aleatoria multidimensional  $V_i$  hace referencia al valor global de cada una de las alternativas.

Ahora bien, en los artículos referenciados como [1] y [2], se demuestra que cuando se aplica Ponderación Lineal, las valoraciones globales  $V_i$  de las alternativas, pueden ser representadas con una distribución normal multivariada.

En cuanto a la modalidad de agregación TODIM, ofrece la ventaja de permitir representar las actitudes de los integrantes del grupo frente al riesgo. Esto se justifica en la Teoría de las Perspectivas (Prospect Theory, PT), presentado en [11]. En el artículo referenciado como [3], se explica de manera extensiva esta modalidad. La misma requiere calcular matrices de dominancia parcial y una matriz de dominancia final. La medida de dominancia parcial de cada alternativa  $i$  sobre cada alternativa  $m$ , bajo el criterio  $j$ , incorporando la PT, es dada por la siguiente expresión:

$$\delta_{im} = \sum_{j=1}^J \Phi(i, m) \quad \text{para todo } 1 \leq i \leq I, 1 \leq m \leq I \quad (3)$$

donde:

$$\Phi(i, m) = 0 \quad \text{cuando } i = m \quad (4)$$

$$\Phi(i, m) = \frac{a_{rj} (\bar{w}_{ij} - \bar{w}_{mj})}{\sqrt{\sum_{j=1}^J a_{rj}}} \quad \text{cuando hay ganancias, es decir } \bar{w}_{ij} > \bar{w}_{mj} \quad (5)$$

$$\Phi(i, m) = -\frac{1}{\theta} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^J a_{rj} (\bar{w}_{ij} - \bar{w}_{mj})}{a_{rj}}} \quad \text{cuando hay pérdidas, es decir } \bar{w}_{ij} < \bar{w}_{mj} \quad (6)$$

El término  $\Phi(i, m)$  representa la porción de contribución del criterio  $j$  a la función  $\delta_{im}$ , cuando se compara la alternativa  $i$  con la alternativa  $m$ . Por otra parte,  $a_{rj}$  es la tasa de sustitución que permite comparar a cualquier criterio  $j$  con un criterio adoptado como referencia con subíndice  $r$ .

Cuando  $\bar{w}_{ij}$  es mayor que  $\bar{w}_{mj}$ , se genera una ganancia al pasar de la alternativa  $m$  a la alternativa  $i$ ; el monto de ganancia es expresado por la ecuación (5). En cambio, cuando  $\bar{w}_{ij}$  es menor que  $\bar{w}_{mj}$ , el paso de la alternativa  $m$  a la alternativa  $i$  genera una pérdida, que se cuantifica con la expresión (6).

A continuación, se determina la matriz de dominancia final, a través de la suma de los elementos de las matrices parciales. La dominancia global de la alternativa  $i$ , se calcula como sigue:

$$V_i = \sum_{m=1}^I \delta_{im} \quad (7)$$

### 2.3 – Ordenamiento

Como consecuencia de la fase de agregación, cualquiera sea la modalidad utilizada, para cada una de las I alternativas y para cada integrante del grupo, puede obtenerse un valor global de las utilidades asignadas. Entonces, las preferencias del equipo después de realizar un estudio completo del problema, se representan mediante valores  $V_{in}$ , donde i es el número de alternativa y n señala al integrante del grupo. Es decir, se tiene un conjunto de I muestras de N valores globales.

Ahora bien, sea  $A^{(i)}$  una alternativa de decisión cualquiera, entonces el promedio de las valoraciones asignadas a cada  $A^{(i)}$  puede considerarse como medida de la utilidad que el grupo reconoce a la misma en su conjunto. Esto es, puede suponerse que cuando el promedio de las utilidades globales de  $A^{(1)}$  es mayor que el de  $A^{(2)}$ , entonces  $A^{(1)}$  es preferible a  $A^{(2)}$ .

Sin embargo, estos promedios son sólo resultados muestrales, entendidos como aproximaciones de las verdaderas preferencias. Cabe entonces investigar si las diferencias encontradas pueden considerarse como estadísticamente significativas. Para ello conviene aplicar en forma repetida la prueba estadística de comparación de medias para variables dependientes

En efecto, sea  $D_{sr}$  una variable aleatoria que representa la diferencia entre las valoraciones globales asignadas por cada individuo a las alternativas s y r respectivamente, donde el promedio de  $A^{(s)}$  es mayor al de  $A^{(r)}$ . Luego, la hipótesis nula  $H_0: E(D_{sr}) = 0$  —no hay diferencia significativa entre los verdaderos pesos globales promedio de las alternativas s y r respectivamente— contra la alternativa  $H_1: E(D_{sr}) > 0$  —hay una diferencia significativa— puede analizarse mediante la aplicación del siguiente estadístico:

$$T = \frac{\bar{d}_{sr}}{S_{sr}/\sqrt{N}} \tag{8}$$

Cuando  $H_0$  es cierta, la cantidad T tiene distribución t de Student con (N-1) grados de libertad. En esta aplicación de pruebas repetidas, es conveniente reducir la probabilidad de cometer Errores de Tipo I (ETI). Con esa finalidad y conforme a [2] y [3], se aplica la Tasa de Descubrimiento Falso, según la cual, el valor límite de p puede encontrarse haciendo:

$$p_{(1)} \leq \frac{\alpha}{L \sum_{m=1}^L \frac{1}{m}} \tag{9}$$

Donde  $\alpha$  representa el nivel de significación elegido por el investigador para las pruebas individuales,  $L$  es la cantidad de hipótesis puestas a prueba y  $p_{(i)}$  es el valor  $p$  obtenido en la prueba de  $H_i$ . El procedimiento consiste en ordenar los valores  $p$  en orden ascendente, compararlos con el segundo miembro de la desigualdad (9) y encontrar el máximo número  $M$  de prueba para el cual se verifica la desigualdad. De este modo se rechazan  $H_1, H_2, \dots, H_M$  con una considerable ganancia en la potencia de las pruebas y la consiguiente disminución de probabilidad de cometer ETI.

### **3 – Presentación de la familia de métodos SMAA**

Los métodos SMAA, surgidos en los años 90, conforman una familia de métodos diseñados especialmente para afrontar las situaciones en que no se disponen de valores exactos que representen las alternativas, criterios y preferencias del grupo.

Las diferentes variantes metodológicas afrontan cada una los diversos problemas de los métodos de Decisión Multicriterio Discreta, tal como valores inciertos, imprecisos o no existentes, es decir que explícitamente permiten modelar la incertidumbre.

El método SMAA, presentado por Lahdelma en 1998, aplica MAUT (Multiattribute Utility Theory), con el fin de elegir la mejor alternativa, esta teoría se aplica igualmente en SMAA-2 (Lahdelma y Salminen, 2001), pero en este caso con la intención de establecer un ranking de alternativas.

Todas las aproximaciones que integran esta familia, utilizan diferentes indicadores para expresar los resultados. Estos índices se formulan mediante integrales multidimensionales.

En la práctica, se utiliza Simulación de Monte Carlo para computar las aproximaciones numéricas, lo cual representa una adecuada respuesta ante la falta de conocimiento de los criterios de medición y preferencias. De hecho, se trata de una estrategia de análisis inverso del espacio de factibilidad de los valores de los parámetros.

En 2007, Tervonen en su trabajo de Tesis Doctoral (ver [4]), presenta además los métodos SMAA-III y SMAA-TRI, surgidos como variantes del ELECTRE III (acrónimo francés de Elimination and Choice Expressing Reality) y ELECTRE TRI para su utilización con valores imprecisos. Cabe recordar que los métodos ELECTRE se basan en valoraciones cardinales para definir umbrales de indiferencia y preferencias, considerando que pequeñas diferencias entre alternativas es indiferente para la toma de la decisión y diferencias que sobrepasan un determinado orden de magnitud no agregan valor a la misma.

El marco de la metodología SMAA está caracterizado por la resolución de un problema de decisión discreta considerando un conjunto de  $m$  alternativas (10) y evaluadas las alternativas según  $n$  criterios (11)



$$X = \{x_1, \dots, x_i, \dots, x_m\} \quad (10)$$

$$G = \{g_1, \dots, g_j, \dots, g_n\} \quad (11)$$

La evaluación de la acción  $x_i$  sobre el criterio  $g_j$  se escribe  $g_j(x_i)$ . El modelo considera múltiples decisores, cada uno de los cuales posee una estructura de preferencias que se representa mediante un vector de peso  $W$  y una función de utilidad  $u(x_i, w)$  que posee una forma comúnmente aceptada, siendo la más utilizada la función de utilidad lineal (12).

$$u(x_i, w) = \sum_{j=1}^n w_j g_j(x_i) \quad (12)$$

Los pesos se asumen positivos y normalizados por lo tanto están definidos en el espacio siguiente:

$$W = \left\{ w \in \mathbb{R}^n : w \geq 0 \text{ y } \sum_{j=1}^n w_j = 1 \right\} \quad (13)$$

Los métodos SMAA se desarrollaron para situaciones en que los parámetros del modelo no se conocen con precisión suficiente. Esta característica es representada por variables estocásticas que corresponden a evaluaciones determinísticas de las funciones  $g_j(x_i)$  con funciones de densidad.

La idea fundamental del SMAA es proveer soporte a las decisiones mediante el cálculo de tres medidas: el Índice de Aceptabilidad, el Vector de Peso Central y el Factor de Confianza.

El Índice de Aceptabilidad de una alternativa describe la combinación de diferentes valuaciones que hacen de dicha alternativa la más preferida, éste permite clasificarlas en alternativas eficientes ( $ai \gg 0$ ) o ineficientes ( $ai \approx 0$ ).

El Vector de Peso Central describe las preferencias de un decisor que apoya una alternativa según el modelo de preferencias elegido. Se utiliza en forma inversa para dar información a los decisores sobre qué esquema de preferencias hará que una alternativa sea la elegida.

El Factor de Confianza se define como la probabilidad de una alternativa para que sea la preferida con las preferencias representadas por sus respectivos Vectores de Peso Central. Si lo que se busca es elegir una alternativa confiable, las que posean un factor de confianza bajo no serán elegidas. El Factor de Confianza aumenta cuando se colectan datos sobre los criterios más exactos.

El Índice de Aceptabilidad del método SMAA original no permite establecer un orden de prioridades, sino clasificar las alternativas según si serán tenidas en cuenta en futuras consideraciones o no. En cambio SMAA-2 provee un ordenamiento sus medidas descriptivas: Índice de Aceptabilidad del Ordenamiento, los K-Índices con mejor ordenamiento y el Índice de Aceptabilidad Holístico el cual se utiliza cuando no media un analista entre el grupo y el problema a resolver, o bien cuando se utiliza una herramienta automática para la toma de decisiones.

Otras extensiones del método fueron desarrolladas por Lahdelma y Salminen, teniendo en cuenta criterios ordinales, criterios interdependientes, factores de confianza cruzados o los basados en el modelo por umbrales de indiferencia y preferencias.

#### 4 – Ejemplo simulado para posibilitar la comparación

Suponga un problema donde un grupo de quince personas debe ordenar cuatro alternativas desde la mayor a la menor preferencia. Para el ordenamiento es preciso utilizar cuatro criterios.

Suponga además, que en su aproximación inicial el grupo no tiene acuerdos sobre la valoración de las alternativas respecto al primer criterio. La divergencia sobre la primera puede representarse con una distribución Uniforme, en el intervalo comprendido entre cero y un medio.

En cambio, tiene consensos naturales en la valoración de los restantes tres elementos, por lo que sus distribuciones son normales con desvío 0,05. Concretamente, las medias para cada criterio se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1 Medias para los criterios dos, tres y cuatro

	A1	A2	A3	A4
<b>Criterio 2</b>	0,15	0,2	0,25	0,4
<b>Criterio 3</b>	0,15	0,4	0,15	0,3
<b>Criterio 4</b>	0,2	0,25	0,35	0,2

Con estas condiciones, el resultado que arroja el SMAA-2, es el siguiente:

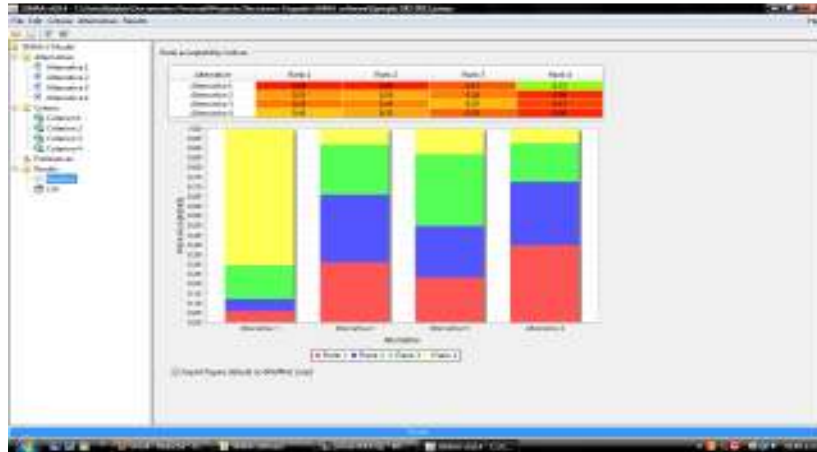


Figura 3 Salida del JSMAA para el ejemplo planteado

En la Figura, se advierte que la alternativa cuatro es superior a las restantes, dado que en el cuarenta por ciento de las simulaciones realizadas obtiene la primera ubicación. En este ordenamiento, le siguen las alternativa dos, tres y finalmente la uno.

Ahora bien, ante la misma situación, los Procesos DRV plantean que es necesario realizar nuevos análisis sobre el Criterio 1, que contribuyan a generar consenso en torno al mismo. Suponga que después de una nueva ronda de análisis se logra un IVR menor a veinte centésimas y se obtienen distribuciones normales para las alternativas, con las siguientes medias:

Tabla 2 Medias para el criterio 1, una vez estabilizado el proceso

	A1	A2	A3	A4
<b>Criterio 1</b>	0,4	0,2	0,2	0,2

Por otro lado, los DRV requieren que se efectúe una comparación de los criterios. Suponga que el proceso de comparación se torna estable y que las distribuciones de las utilidades asignadas son normales, con medias 0,5; 0,15; 0,2; 0,15. En ese caso, al realizar la agregación por Ponderación Lineal las medias de las valoraciones globales para las cuatro alternativas, son las siguientes:

Tabla 3 Medias para las valoraciones globales

	Peso	A1	A2	A3	A4	Valor
<b>Criterio 1</b>	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3
<b>Criterio 2</b>	0,15	0,15	0,2	0,25	0,4	0,2225
<b>Criterio 3</b>	0,15	0,15	0,4	0,15	0,3	0,2175
<b>Criterio 4</b>	0,2	0,2	0,25	0,35	0,2	0,23

Es decir que en esta aproximación la alternativa uno resulta ser la preferida. Por supuesto, la notable diferencia entre ambas clasificaciones no debería sorprender, dado que los requerimientos de información son diferentes.

### 5 – Resumen de la comparación realizada

En la siguiente tabla se intenta resumir tanto semejanzas como diferencias encontradas entre las dos propuestas.

Tabla 4 Comparación entre los métodos

<b>Cuestión</b>	<b>SMAA</b>	<b>Procesos DRV</b>
Tamaño del grupo	No tiene limitaciones	Supone un grupo de entre cinco y veinte personas
Representación de las utilidades	Variables aleatorias multidimensionales	
Datos faltantes	Puede trabajar aún cuando no todos los integrantes del grupo brinden sus juicios.	
Predisposición al riesgo	Uno de los métodos incorpora la Prospect Theory	La Prospect Theory se incorpora como posibilidad de agregación
Base conceptual	MAUT y Probabilidades	MAUT, Probabilidades y fundamentos de psicología y sociología
Información sobre los criterios	Es muy flexible. De hecho acepta que puede haber diferencias muy grandes entre los pesos individuales	Se considera fundamental. El método incluye una dinámica para acordar los pesos.
Información sobre las alternativas	Requiere conocer la distribución de probabilidad marginal de cada alternativa con cada criterio	Propone una dinámica para determinar la distribución marginal consensuada
Distribuciones de los Criterios	Uniformes	Normales
Distribuciones de las alternativas	Diversas distribuciones	Normales
Cantidad de cálculos	Se requiere simular una gran cantidad de situaciones posibles	Bajo requerimiento
Incertidumbre e imprecisión	Se preocupa por tomar la decisión pese a estos problemas	Se orienta a reducir las dos condiciones, a fin de que la decisión sea compartida
<b>Cuestión</b>	<b>SMAA</b>	<b>Procesos DRV</b>

Cuestión	SMAA	Procesos DRV
Aplicaciones	Deben utilizarse de manera completa para problemas de decisión	Puede utilizarse sólo la fase de estabilización, para mejorar la capacitación.

## 6 – Conclusiones

En el trabajo se analizan dos métodos que se orientan a tomar decisiones en grupo, cuando el problema de decisión se inscribe en el ámbito de la Decisión Multicriterio Discreta.

Existen evidentes coincidencias entre las dos aproximaciones, entre las cuales corresponde precisar el empleo de variables aleatorias multidimensionales para representar la variación de juicios entre los miembros. Además se advierte una preocupación por superar las dificultades propias de la decisión grupal, esto es, la incertidumbre, la imprecisión o la carencia de información proveniente de algunos miembros.

En cuanto a las diferencias, las mismas parecen evidentes a partir de los objetivos de cada método. En el caso de los SMAA la propuesta se orienta a facilitar la toma de decisiones pese a que no sea posible establecer acuerdos básicos entre los miembros del grupo.

En cambio los Procesos DRV consideran prioritario alcanzar estos acuerdos, en el supuesto que esta condición es indispensable para que los miembros respeten posteriormente la decisión tomada. De hecho, incorporan la fase de estabilización al sólo efecto de permitir el acercamiento de las posturas individuales.

## 7 – Referencias bibliográficas

- [1] Zanazzi, J., Carignano, C., Boaglio, L., Dimitroff, M. & Conforte, J. (2006) Metodología para apoyar la toma de decisiones en equipo. Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa. 27. 61-74.
- [2] Zanazzi, J. & Gomes, L. (2009) La búsqueda de acuerdos en equipos de trabajo: el método Decisión con Reducción de la Variabilidad (DRV). Pesquisa Operacional, 29, 1, pp. 195, 221.
- [3] Gomes, L y Zanazzi (2010) Análisis Multicriterio con Múltiples Decisores: Aplicación Combinada de los Métodos TODIM y Procesos DRV. Presentado a evaluación revista Gestao e Producao. Brasil.
- [4] Tervonen, T. (2007) New directions in Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis. Tesis doctoral, University of Turku, Finlandia.
- [5] Lahdelma, R., Hokkanen, J. & Salminen, P. (1998). Stochastic Multiobjective Acceptability Analysis. European Journal of Operational Research, 106, pp. 137-143.
- [6] Lahdelma R, Miettinen K y Salminen P (2003) Ordinal criteria in stochastic multicriteria acceptability analysis (SMAA). European Journal of Operational Research, 147, pp. 117-127.

- [7] Lahdelma, R. & Salminen P. (2001). SMAA-2: Stochastic multicriteria acceptability analysis for group decision making. *Operations Research*, 49 (3), pp. 444-454.
- [8] Lahdelma, R. & Salminen P. (2009). Prospect theory and stochastic multicriteria acceptability analysis (SMAA). *Omega*, 37, pp 961-971.
- [9] Kersten, G. (1997). Support for Group Decisions and Negotiations- An Overview. In J. Climaco, editor, *Multicriteria Analysis*, pages 332-346. Springer- Verlag.
- [10] Saaty, T. (1996). *Decision making for leaders: the analytic hierarchy process in a complex world*. 3d. Ed. RWS Publications, Pittsburg. USA.
- [11] Kahneman D.; Tversky A. (1979) Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47 (2), 263-291.