

Análisis Comparativo de Métodos Multicriterio para definir la Localización Sustentable de Parques Industriales

Marcelo A. Tavella¹, Ariel Miropolsky¹ y Roxana M. Manera¹

(1) GINGEOS. Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional. Córdoba - Argentina. e-mail: mtavella@posgrado.frc.utn.edu.ar

RESUMEN

El presente trabajo se propone realizar un estudio comparativo de dos métodos de análisis multicriterio utilizados para identificar la localización sustentable de cuatro parques industriales ubicados en la provincia de Córdoba, para orientar a quienes elaboren este tipo de estudio. El primero de los métodos estudiados es el del Scoring (Landa, 2009), con el cual se puede identificar sencilla y rápidamente la mejor alternativa en un problema de decisión multicriterio. El segundo de los métodos evaluados corresponde al Proceso Jerárquico Analítico (AHP, Analytic Hierarchy Process), que permite combinar la percepción humana, el interés y la experiencia para priorizar opciones en situaciones complejas como las presentadas en los cuatro parques industriales en estudio, para lo que se empleó el software Expert Choice V11. Como conclusión del análisis comparativo de ambos métodos, se pudo apreciar sus ventajas y limitaciones y realizar recomendaciones para aquellos que los apliquen en el proceso de decisión de la localización de un Parque Industrial, que permita una planificación del desarrollo industrial y urbano sustentable en el tiempo.

INTRODUCCIÓN

Un parque industrial es un conjunto de industrias, que se agrupan con el fin de obtener las ventajas de disponer de servicios comunes. Sin embargo, los resultados dependen de un conjunto de factores internos y externos que determinan el desenvolvimiento de dichos desarrollos, por lo que es de esperar que cuando algunos de éstos no están disponibles en las condiciones necesarias, los logros serán mínimos frente a los altos niveles de inversión realizados, (Iglesias Piña, 2012). Se hace entonces indispensable analizar cada variable, a la hora de plantearse la radicación de un parque industrial en una determinada ubicación, teniendo como objetivo el desarrollo sustentable del mismo.

La correcta localización de un Parque Industrial, constituye indudablemente uno de los aspectos fundamentales para alcanzar el éxito o producir su fracaso. Su importancia radica en las características de decisión a largo plazo con carácter permanente de difícil y costosa alteración (Tavella et al, 2008). La selección del emplazamiento más adecuado desde el punto de vista de la sustentabilidad, es un problema de decisión complejo, el cual debe considerar diferentes factores que ayuden a tal fin. Se deben tener en cuenta “no solo las disponibilidades de los servicios básicos e infraestructura, imprescindibles para las actividades del Parque, sino también la accesibilidad del lote, las restricciones normativas en el uso del suelo y consideraciones urbanísticas, ambientales y estéticas del entorno” (Tavella et al, 2011). Estos factores ayudan a lograr una planificación integrada de los recursos y la minimización de los impactos negativos generados por una zona industrial.

En las siguientes secciones se realizará una breve descripción de los cuatro parques industriales ubicados en el interior de la Provincia de Córdoba y se analizarán los factores de localización considerados como los más pertinentes para el estudio de localización sustentable, mediante el uso de dos métodos de decisión multicriterio, ambos basados en lógica difusa con el fin de evaluar sus ventajas y desventajas. El primero de ellos es el de Ponderación Lineal o Scoring (en nuestro caso usaremos el Scoring Normalizado), que permite abordar situaciones de incertidumbre. Es un método intuitivo y sencillo de utilizar y, por ello, ampliamente difundido. El segundo de los métodos es el Análisis Jerárquico de Procesos (AHP), que se fundamenta en la estructuración de un modelo jerárquico que identifica metas, factores y alternativas, y cuyo funcionamiento matemático se basa en la asignación de pesos o valores obtenidos mediante comparaciones pareadas. El mismo será abordado mediante el uso del software Expert Choice V11, el cual utiliza la lógica del Análisis Jerárquico de Procesos (AHP).

METODOLOGÍA

Descripción de los casos de estudio

Como se ha enunciado anteriormente, este trabajo evaluó la factibilidad de localización sustentable de cuatro parques industriales, ubicados en el interior de la provincia de Córdoba, en las localidades de Villa María, Las Varillas, Ordóñez y Monte Buey, aplicando los métodos de Ponderación Lineal Normalizado o Scoring Normalizado y de Análisis Jerárquico de Procesos (AHP). Este estudio está basado en relevamientos y preevaluaciones realizados entre los años 2005 a 2010, en forma conjunta con los equipos técnicos de los municipios de las localidades mencionadas e investigadores del Grupo de Investigación e Innovación en Gestión Estratégica Organizacional Sustentable (GINGEOS), de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, de donde surgieron los factores de localización más relevantes a tener en cuenta en la localización de parques industriales, así como también la determinación de las posibles zonas de localización. De tal manera se definieron diez factores de localización, a saber: accesos y vías de comunicación, aspectos urbanísticos, dimensiones y disponibilidad del inmueble, zonificación y uso del suelo, niveles y desagües pluviales, gas natural, agua potable y de uso general, energía eléctrica, telefonía y por último red cloacal.

A continuación se realizará una breve descripción de cada uno de los casos estudiados, identificando las posibles zonas de localización:

Para el Parque Industrial Villa María se consideraron tres zonas de la Ciudad: Hacia el Norte sobre la Ruta Provincial N° 158, Al Este entre la Ruta Nacional N° 9, Ruta Provincial N° 2 y la Av. Gral. Savio. Al Oeste sobre la Ruta Nacional N° 9. En ellas, se determinaron siete localizaciones factibles, identificadas como 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 2 y 3.

Para el Parque Industrial Las Varillas se consideraron tres zonas de la Ciudad: Hacia el Norte entre la Ruta Provincial N° 13 (al Arañado) y Ruta Provincial N° 3, al Este entre la Ruta Nacional N° 158 (hacia San Francisco) y la Ruta Provincial N° 13 (hacia Alicia), al Sur entre la Ruta Nacional N° 158 (hacia Villa María) y Ruta Provincial N° 13 (hacia Alicia). En este caso se determinaron ocho localizaciones factibles, identificadas como A, B, C, D, E, F, G y H.

En el caso del Parque Industrial Monte Buey, para la preevaluación realizada se tuvo en cuenta la Ordenanza N° 31/84 (Código de Urbanización) y la Ley N° 9625 (Radio Municipal de Monte Buey).

Para el análisis se consideraron cuatro zonas de la localidad y en ellas, se determinaron cinco localizaciones factibles, identificadas como 1, 2, 3A, 3B y 4.

Para el Parque Industrial Ordóñez se consideraron cuatro fracciones de terreno localizadas hacia el Este a ambos lados de la Ruta Provincial N° 6, identificadas como A, B, C y D.

Descripción del Método de Ponderación Lineal Normalizado o Scoring Normalizado (SN)

Es un método con una fundamentación teórica ortodoxa y directa, es decir, según la teoría de la utilidad y la teoría del valor, permite que un individuo pueda elegir entre un conjunto de alternativas disponibles de forma que maximice su satisfacción. Ello implica que conoce cada una de las alternativas y es capaz de evaluarlas, definiendo una función de valor (determinística) o una función de utilidad (probabilística) que represente sus preferencias. Además, supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad. Es completamente compensatorio, y puede resultar dependiente de la asignación de pesos a los factores o de la escala de medida de las evaluaciones (Serrano Barquín et al, 2011).

En el presente trabajo se tratará de elegir la alternativa idónea al objetivo planteado de una forma justificada. Para ello se realizará un análisis multicriterio, teniendo en cuenta los factores expuestos y alternativas anteriormente descritas. Dichos factores se valorarán para cada alternativa expuesta mediante apreciaciones cualitativas traducidas en cifras numéricas entre 1 y 10, contemplando el número 1 la situación más baja o más desfavorable y el número 10 la situación más alta o favorable y encontrándose el número 5 con la expresión de una situación intermedia, para cada uno de los efectos. Como se menciono anteriormente, para este trabajo consideramos conveniente utilizar método de SN (Tavella et al, 2008), cuya ecuación polinómica es:

$$C_i = \frac{10 \sum_{i=1}^n v_i p_i}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad (1)$$

Donde $1 \leq C_i \leq 100$ es la calificación alcanzada por cada localización propuesta, $1 \leq v_i \leq 10$ corresponde a las valoraciones de las alternativas y $1 \leq p_i \leq 10$ es el coeficiente de ponderación de cada uno de los factores de localización analizados. De esta forma, las puntuaciones obtenidas en la calificación, corresponden a un porcentaje de la localización ideal (100%).

Descripción del Método de Análisis Jerárquico de Procesos (AHP)

El Análisis Jerárquico de Procesos (AHP) es una herramienta de apoyo al sistema de decisiones para resolver problemas complejos de criterios múltiples, que fue introducido y desarrollado por el Dr. Thomas Saaty, de la Universidad de Pennsylvania, en la década de 1970 convirtiéndose en la última década, en uno de los métodos más utilizados para la solución de problemas multicriterio. El AHP permite organizar de forma eficiente y gráfica toda la información concerniente a un problema mediante la construcción de un modelo jerárquico, identificando objetivo del problema, factores y alternativas, de manera tal de poder descomponerlo y analizarlo por partes a fin de visualizar los efectos producidos por los cambios en los niveles jerárquicos y sintetizarlos,

proporcionando la ventaja de poder incorporar en el análisis aspectos cualitativos que suelen quedarse excluidos debido a su dificultad para ser medidos, y que en algunos casos pueden resultar relevantes (Saaty, 2012).

Requiere que quien tome las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los factores de análisis y que luego especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada factor, (Roche y Vejo, 2005). Construido el modelo jerárquico, el decisor comienza a priorizar los elementos en cada nivel de la jerarquía, realizando la comparación pareada entre los factores de análisis, en término de la meta global, y luego, entre las alternativas involucradas en el problema respecto de cada uno de los factores analizados, con el fin de asignarle un valor (prioridad o “peso”) a cada uno de los factores intervinientes, de acuerdo a una escala de preferencia (Tabla N° 1) que permite incorporar al proceso de toma de decisiones la subjetividad, la experiencia y los conocimientos de forma intuitiva (Toskano, Gérard ,2005).

Tabla N° 1: Escala de preferencia

Planteamiento verbal de la preferencia	Asignación Numérica
Igualmente preferible	1
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Moderadamente preferible	3
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Fuertemente preferible	5
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Muy fuertemente preferible	7
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Extremadamente preferible	9

Como resultado del proceso anterior se obtendrán sendas matrices cuadradas, conteniendo las comparaciones entre cada factor de análisis, en orden de preferencia de acuerdo a la meta global, y luego, por cada factor, una matriz cuadrada representando las comparaciones entre las alternativas, concluido lo cual, comienza lo que se denomina el proceso de sintetización, que consiste en el cálculo de valores y vectores característicos para cada una de las matrices cuadradas, obteniéndose finalmente un vector de prioridades global de cada alternativa que nos indicará el nivel de preferencia de cada una de ellas en función de la subjetividad del decisor.

Cabe aclarar que el decisor, al momento de realizar las comparaciones pareadas y asignar prioridades a los elementos, puede efectuar juicios erróneos o inconsistentes. Asumiendo que la consistencia perfecta es muy difícil de obtener, ya que se trata de juicios subjetivos, el AHP nos ofrece un método para medir el grado de consistencia entre las opiniones pareadas que proporciona el decisor, pudiendo saber si ésta es aceptable o si es necesario reconsiderar los juicios antes de continuar con el proceso de decisión.

Por último, corresponde mencionar el análisis de sensibilidad, que permite visualizar cambios en el ordenamiento de las alternativas respecto a posibles alteraciones en la importancia otorgada a los factores de análisis, es decir, responde con bastante precisión a la pregunta: ¿Qué pasa si...?. Esto resulta de suma utilidad en aquellos casos en los que se requiere volver a aplicar el AHP porque cambió algún factor en la situación problemática analizada, evento que puede ocurrir en el corto o mediano plazo, debido a que el proceso de toma de decisión es un proceso dinámico y requiere ser ajustado y revisado en el tiempo.

DESARROLLO

A continuación abordaremos las 7 etapas del método SN mediante su aplicación para la determinación de la localización más sustentable del primero de los parques industriales (Parque Industrial Villa María).

Localización Parque Industrial Villa María con SN

Como primera etapa del método se identifica el objetivo principal del problema, que en nuestro caso será: “determinar la localización más sustentable para el parque industrial Villa María.” En la segunda etapa se trata de identificar las alternativas posibles. En este caso son: 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 2 y 3. La tercera etapa, consta de determinar los factores de localización a emplear en la toma de decisión. En la etapa número cuatro se asigna la importancia de cada uno de los factores de localización mediante el empleo de una ponderación en una escala de 10 puntos (escala de orden). La asignación de ponderaciones a los factores de localización para el Parque Industrial Villa María se presenta a continuación en la Tabla N° 2

Tabla N° 2: Cuadro de asignación de ponderaciones - Parque Industrial Villa María

Variables	Ponderadores (p_i)
Accesos y Vías de Comunicación	9
Aspectos Urbanísticos	9
Dimensiones y Disponibilidad del Inmueble	9
Zonificación y Uso del Suelo	10
Niveles y Desagües Pluviales	7
Gas Natural	4
Agua Potable y de Uso General	6
Energía Eléctrica	6
Telefonía	3
Red Cloacal	4

La quinta etapa consta de establecer el ranking de satisfacción para cada alternativa empleando nuevamente una escala de 10 puntos. El ranking de satisfacción de cada factor de localización para cada alternativa propuesta se representa a continuación, en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3: Matriz de selección – Parque Industrial Villa María

Factores de Localización (p_i)	Localizaciones propuestas (v_i)						
	1A	1B	1C	1D	1E	2	3
Accesos y Vías de Comunicación	7	10	8	6	9	7	9
Aspectos Urbanísticos	10	10	10	10	10	6	3
Dimensiones y Disponibilidad	3	8	8	6	9	8	7
Zonificación y Uso de Suelo	6	10	10	10	3	8	4
Niveles y Desagües	10	10	4	10	10	10	10
Gas Natural	10	8	5	5	9	4	8
Agua Potable	6	6	6	6	6	6	6
Energía Eléctrica	10	10	10	7	8	10	3
Telefonía	10	10	6	10	8	8	3
Red Cloacal	3	3	3	3	5	3	3

En la etapa número 6 se calcula el Score Normalizado para cada alternativa utilizando la fórmula (1), obteniéndose las calificaciones finales para cada alternativa propuesta.

Tabla N° 4: Cuadro de calificaciones – Parque Industrial Villa María

	Localizaciones propuestas (v_i)						
	1A	1B	1C	1D	1E	2	3
Calificación	72,84	88,36	75,82	75,82	77,01	72,69	62,39

El método finaliza con el ordenamiento de las alternativas en función del Score obtenido. De esta última etapa surge con claridad, que de las localizaciones propuestas para el futuro Parque Industrial de Villa María, la identificada como 1B se destaca sobre las demás con una calificación del 88,36% del valor óptimo. Así mismo, se evidencia como menos adecuada la localización denominada 3, pues su calificación alcanza solamente al 62,39%. Por lo cual se recomienda seleccionar al predio 1B para la localización del Parque Industrial.

Localización Parque Industrial Las Varillas con SN

Para la localización del Parque Industrial Las Varillas se siguió el mismo procedimiento que para el Parque Industrial Villa María. La calificación obtenida mediante el cálculo del SN (fórmula (1)), para cada una de las alternativas de localización propuestas, se aprecia en el siguiente cuadro de calificaciones (Tabla N° 5).

Tabla N° 5: Cuadro de calificaciones – Parque Industrial Las Varillas

	Localizaciones propuestas (v_i)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Calificación	63,00	53,50	76,33	69,83	63,83	77,83	64,33	64,83

Del análisis del cuadro de calificaciones surge con claridad, que de las localizaciones propuestas para el futuro Parque Industrial de Las Varillas, las identificadas como F y C se destacan sobre las demás con una calificación del 77,83% y 76,33% del valor óptimo, respectivamente. Así mismo, se evidencia como menos adecuada la localización denominada B, pues su calificación alcanza solamente al 53,50%.

Localización Parque Industrial Monte Buey con SN

Siguiendo el mismo procedimiento, en este caso se analizaron cinco localizaciones factibles, identificadas como predios 1, 2, 3A, 3B y 4. Luego se realizó el cálculo la matriz de selección con el ranking de satisfacción para cada localización propuesta, seguida por el cálculo del SN, el cual se puede observar en la Tabla N° 6.

Tabla N° 6: Cuadro de calificaciones – Parque Industrial Monte Buey

	Localizaciones propuestas (v_i)				
	1	2	3A	3B	4
Calificación	75,00	77,94	87,79	80,73	74,41

Del análisis del cuadro de calificaciones, surge con claridad, que de las localizaciones propuestas para el futuro Parque Industrial de Monte Buey, la identificada como 3 se destaca sobre las demás, siendo la fracción de terreno denominada como 3A, la más adecuada con una calificación del 87,79 % del valor óptimo. Así mismo, se evidencian como menos adecuadas las localizaciones denominadas 4 y 1, pues sus calificaciones alcanzan solamente el 74,41 % y el 75,00 % respectivamente.

Localización Parque Industrial Ordoñez con SN

El procedimiento utilizado fue idéntico para determinar la localización sustentable del Parque Industrial Ordoñez. Se consideraron cuatro localizaciones factibles, identificadas como A, B, C y D. Al igual que en los casos anteriores, mediante el cálculo del SN se determinó la calificación para cada una de las alternativas propuestas, las que están representadas en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7: Cuadro de calificaciones – Parque Industrial Ordoñez

	Localizaciones propuestas (v_i)			
	A	B	C	D
Calificación	73,19	81,01	74,93	84,49

Del análisis de los resultados obtenidos se evidencia como la más adecuada la localización denominada como D, pues su calificación alcanza al 84,49 % y la menos adecuada, la identificada como A con el 73,19 % del óptimo. No obstante ello, todas las calificaciones son elevadas y no se observa una diferencia muy significativa entre las calificaciones obtenidas por las cuatro localizaciones propuestas, lo que evidencia que las cuatro son factibles para la radicación de un Parque Industrial.

A continuación se analizará la localización de los cuatro parques industriales en estudio, ahora bajo la lógica del AHP, mediante el uso del software Expert Choice V11.

Localización Parque Industrial Villa María con AHP

Siendo la meta global “determinar la localización más sustentable del Parque Industrial Villa María” se utilizaron iguales factores y alternativas que en el método SN, procediéndose a realizar las comparaciones pareadas entre los factores de análisis con el fin de asignar la ponderación correspondiente a cada uno, de lo cual surge la matriz de comparaciones de los factores de localización representada en la figura N° 1.

Cada celda de la matriz visualizada, lleva asociada dos criterios, a los cuales mediante su comparación se les fue asignando un valor según se estableció la importancia de uno sobre otro, respecto a la meta fijada. Por ejemplo, en la comparación de “Accesos y vías de comunicación” con “Niveles de desagües pluviales”, según la *escala de preferencia* (Tabla N° 1) descrita anteriormente y ateniéndonos a la subjetividad del decisor, se estableció un valor de 3, es decir que Accesos y vías de comunicación, es “moderadamente más importante” que los “Niveles de desagües pluviales” para lograr la mejor localización del Parque Industrial. Se observa en ella que aparecen valores en rojo, por ejemplo el valor “3” correspondiente a la comparación de los criterios “Gas natural” y “Agua potable”. En este caso se interpreta que la importancia asignada a

“Gas natural” es inversamente moderada respecto de “Agua potable” para la consecución de la mejor localización del parque industrial.

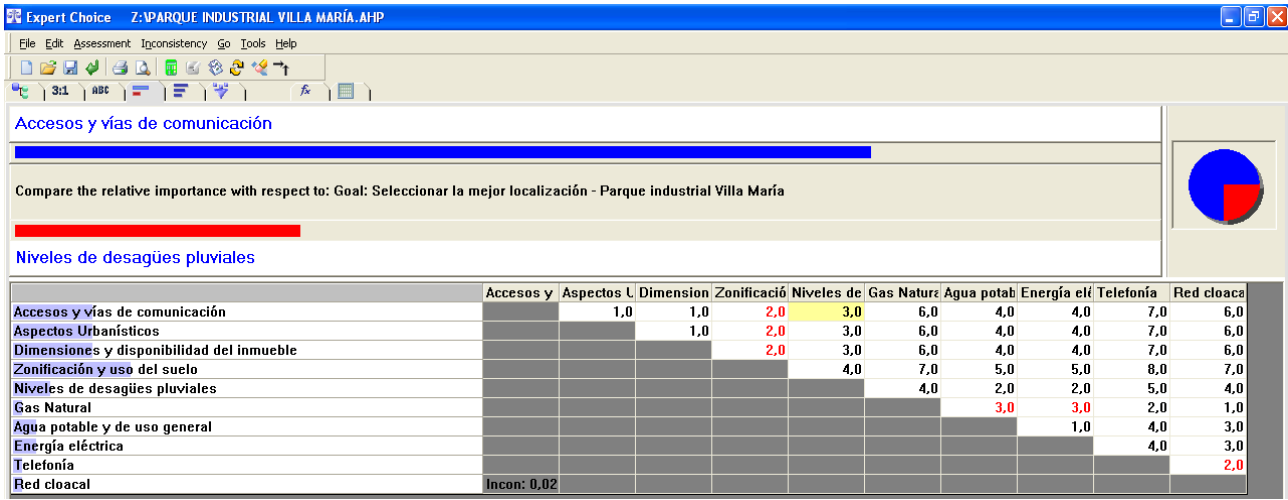


Figura N° 1: Matriz de comparación de factores de localización respecto del objetivo

Como resultado final del proceso de sintetización del AHP, se obtuvo un vector de prioridades, el cual contiene las valoraciones finales asignadas a cada factor de localización respecto a la meta global. Posteriormente se realizó el mismo proceso, pero comparando alternativas respecto de cada factor de localización, del que surge una matriz de comparaciones por cada uno de los factores intervinientes y luego los vectores de prioridades correspondientes a cada matriz. Con estos últimos y con el vector de prioridad obtenido inicialmente, se obtiene el resultado final que se expresa en forma gráfica en la figura N° 2.

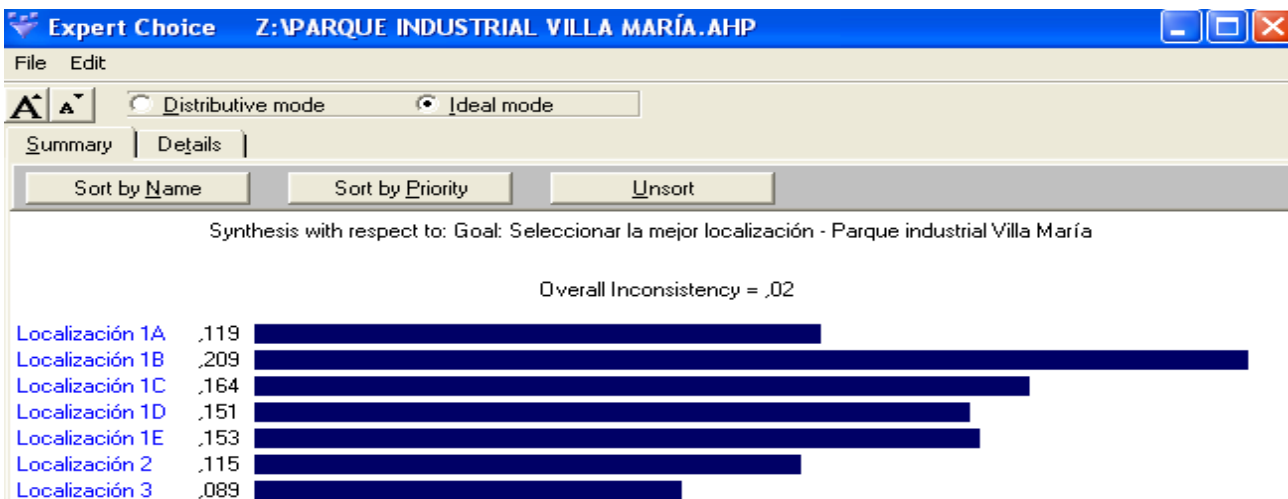


Figura N° 2: Resultados del análisis – Parque Industrial Villa María

Los datos numéricos obtenidos del análisis empleando AHP, responden a una totalidad unitaria, es decir la suma de los valores obtenidos del proceso de sintetización para cada alternativa de

localización debe ser igual a 1. Aquí se puede observar claramente que la mejor opción es la localización 1B con un valor de 0,209, en segundo lugar la opción 1C, en tercero la opción 1E, por poca diferencia, le sigue la opción 1D, luego la opción 1A, 2 y 3 en ese orden.

Localización Parque Industrial Las Varillas con AHP

Mediante el uso del software Expert Choice V11 y realizando los mismos pasos efectuados anteriormente se logro establecer que la región mas sustentable para la radicación del Parque Industrial Las Varillas es la localización F (0,168), en tanto que la menos adecuada fue la identificada como localización B (0,008).

Localización Parque Industrial Monte Buey

Repitiendo los pasos realizados anteriormente se pudo determinar con claridad que la localización mas sustentable es la identificada como localización 3A (0,257), en tanto que la menos favorecida es la localización 1 (0,119).

Localización Parque Industrial Ordóñez

Luego de efectuar el proceso de análisis jerárquico se pudo apreciar que las opciones D y B, (0,304 y un 0,321 respectivamente), fueron significativamente mejores para el desarrollo sustentable de un parque industrial, que las opciones C y A, (0,192 y un 0,183 respectivamente).

CONCLUSION

Según ambos métodos, para el Parque industrial Villa María la mejor localización es la 1B, para el Parque Industrial Las Varillas, la localización mas sustentable es la opción F, en tanto que para el Parque Industrial Monte Buey, la mejor localización respecto a otras cuatro opciones, corresponde a la región 3A y en el caso del Parque Industrial Ordóñez, la localización más sustentable es la D.

En relación al estudio realizado, pudimos constatar que los resultados obtenidos por ambos métodos, si bien numéricamente difieren, concuerdan en cuanto a la mejor decisión a tomar en la elección de la localización más sustentable de los parques industriales. Así mismo, también son coincidentes acerca de cual es la localización menos favorecida para tal radicación. Sin embargo observamos que, cuando los valores de las calificaciones de cada alternativa propuesta están muy próximos, puede haber algunas diferencias en la escala de ordenamiento final, obtenida por uno y otro método. Esto se explica en el grado de subjetividad que ambos métodos presentan.

Con base a lo observado y teniendo en cuenta la cantidad de factores de localización y alternativas considerados en este estudio, la aplicación del AHP resulta altamente compleja debido a la gran cantidad de cálculos a realizar, lo que lo hace muy susceptible de llegar a resultados erróneos. Por lo que para un estudio realizado con una gran cantidad de elementos a evaluar y combinar, como el presente, resulta más conveniente el uso del método del SN, que permite arribar a los similares resultados de manera muy sencilla.

Cabe acotar sin embargo que el uso del AHP permite realizar a cada paso el análisis de consistencia, con el fin de corregir el error que se pudiera cometer antes de seguir con el proceso, lo cual constituye una ventaja sobre el método de SN.

Con las consideraciones arriba descritas, ambos métodos demostraron su utilidad, permitiendo llegar a conclusiones validas, de forma sistemática, para la toma de decisiones de localización en situaciones complejas abarcando al paradigma de la sustentabilidad.

REFERENCIAS

Iglesias Piña, D.: "Condiciones de la infraestructura y el equipamiento urbano de los parques industriales en México. Un análisis contemporáneo". (2012), Consulta Mayo de 2013. Disponible en <http://www.uaemex.mx/feconomia/006c.pdf>

Landa, Adriana: "La toma de decisiones empresariales con criterios múltiples". (2009), Consulta: Marzo de 2013. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos66/toma-decisiones-empresariales/toma-decisiones-empresariales.shtml>.

Roche, Hugo y Vejo, Constantino; "Métodos cuantitativos aplicados a la Administración". (2005), Consulta: Abril de 2013. Disponible en: <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>

Saaty, T., Vargas, L: "Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchi Process", 2nd ed. Springer, New York, USA. (2012).

Serrano Barquín, R. et al: "REGIÓN MAZAHUA MEXIQUENSE: *Una visión desde Sistemas Complejos para la evaluación Multicriterio-Multiobjetivo*", Valdivia (2011).

Tavella, M., Miropolsky, A. y González, G: "Desarrollo Metodológico Multi-criterio para la Localización Sustentable de Grandes Plantas Industriales", V Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente, compilado por Alberto López Calderón y Walter A. Pengue., 1a ed, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina. (2011).

Tavella, M., Miropolsky, A. y González, G: "Los Parques Industriales como estrategia para el desarrollo sustentable en ciudades de la provincia de Córdoba". En: Francisco A. Delgadino; "Municipios y Servicios Públicos: Herramientas para el Desarrollo", Cap. 3, Editorial Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. (2008).

Toskano Hurtado, Gérard Bruno.: "El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores", Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Matemáticas, Lima, Perú. (2005).