

ANEXO 1. CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES FÍSICO-BIÓTICAS (REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA)

Una de las cuestiones centrales en las etapas de caracterización y diagnóstico en los diferentes esquemas de ordenamiento del territorio es la regionalización ecológica, la cual es necesaria tanto para la evaluación de la aptitud del terreno -paso previo a la propuesta de Ordenamiento Ecológico-, como para la zonificación de peligros y vulnerabilidad o para establecer la distribución geográfica de los recursos naturales.

Los esquemas de regionalización biofísica dirigidos a evaluar un territorio con fines de planificación, han sido desarrollados utilizando diversos enfoques, entre los que se encuentran el levantamiento de tierras (land system CSIRO); el levantamiento geomorfológico (geomorphological surveying); el enfoque morfoedafológico; levantamiento de ecología del paisaje (landscape ecological surveying); levantamiento geoedafológico; la regionalización ecológica de SEDUE, 1986; el sistema fisiográfico de INEGI (Quiñones, 1987) y el levantamiento fisiográfico de suelos elaborado por la Universidad Autónoma Chapingo (Cuanalo, 1977; Cuanalo et al., 1981 y Santos et al. 1985-86).

Las diferentes corrientes o métodos de evaluación del terreno tienen el objetivo de caracterizar, analizar y discretizar el medio biofísico a través del uso de cartografía, productos de la percepción remota, bibliografía y trabajo de campo, en especial a escalas grandes. En cada uno de los enfoques, varía el componente del paisaje o terreno en el cual se basa el levantamiento, lo cual está en función de la formación profesional del personal dedicado a la evaluación

del medio natural (suelo, relieve, vegetación). Sin embargo, en general, el elemento que caracteriza a las unidades frecuentemente corresponde a formas de relieve reconocibles o apreciables a diferentes escalas (Bocco et al., 2006).

La regionalización a partir de las formas de relieve es la base de la mayoría de las estrategias de clasificación del terreno y el paisaje, las características del sustrato abiótico (controladas por el tipo de roca, expresado en un relieve concreto modificado por las condiciones climáticas) facilitan su segmentación en unidades relativamente homogéneas a menor o mayor detalle (zonificación de relieve o paisaje geomorfológico y formas de relieve) (Bocco y Mendoza, 1997).

En algunos enfoques, como el levantamiento geomorfológico y el geopedológico, existe un incremento en la cantidad de atributos del terreno a ser considerados para la diferenciación espacial de las unidades de mapeo, lo cual permite de manera sencilla realizar cartografía a varias escalas en función de los objetivos del trabajo. Este tipo de enfoques, además, permiten su replicabilidad, especialmente, en trabajos a escala mediana y pequeña, toda vez que en estas escalas la cantidad de atributos es menor (Bocco et al., 2006).

En México el proceso de agrupar unidades similares de terreno en cuanto a sus características físico-geográficas, tales como topoformas, tipos de suelo y clases de clima, data de principios del siglo veinte. Ya sobre los años 30 los trabajos más destacados fueron elaborados por Ordóñez (1936 y 1946), que propuso una división territorial de 12 provincias principales y algunas subprovincias. Raisz (1959 y 1964) propuso el primer mapa geomorfológico para México con 11 provincias y varias subprovincias, tomando en cuenta para su definición el mantener una proporción entre el tamaño de cada una, evitando el problema de escalas existente hasta ese momento. Otros trabajos de la época son los de Álvarez (1961) y Alcorta (1964), en donde ambos proponen 16 provincias fisiográficas relativamente similares en cuanto a la ubicación de sus límites geográficos. Cabe destacar que los criterios utilizados para definir cada una de las provincias en todos esos trabajos son marcadamente geomorfológicos, por lo que se puede reconocer esta tendencia con claridad (Rosete y Bocco, 1999).

En la actualidad, el peso geomorfológico en la definición de provincias y sus divisiones es muy grande y es la base a partir de la cual se estudian las características ambientales del territorio definido. Las características del mismo definirán la distribución y abundancia de los suelos, la hidrología de laderas, características de los habitats y la distribución y abundancia de las especies. Es necesario respetar la secuencia roca - relieve - suelo - agua - vegetación - fauna a medida que se profundiza en el conocimiento de una región y se incrementa la escala de trabajo (Rosete y Bocco, 1999).

A 1.01 EL CONCEPTO DE REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA

El enfoque general se basa en el análisis de las formas del terreno para prospección de los recursos naturales (Verstappen, 1984) como una primera aproximación a la definición de unidades integrales de ecología del paisaje (en el sentido de Zonneveld, 1979 y Velázquez, 1993), para su posterior uso en el manejo de recursos y ordenamiento del territorio (Bocco y Ortíz, 1994). Este enfoque utiliza el mapeo de las formas del relieve, a diferentes resoluciones, como el principal insumo para la clasificación del paisaje.

Estas unidades espaciales deben describir tanto los componentes relativamente estables del terreno (roca, forma del relieve y suelos, en forma integrada), como los menos estables, cuya tasa de cambio en el tiempo es más alta (vegetación y uso del suelo, fauna). Ambos componentes se combinan en la definición de las unidades integrales de paisaje (Bocco *et al.*, 1999).

Las formas del relieve son unidades discretas que pueden ser definidas y verificadas a diferentes escalas siguiendo técnicas establecidas. La vegetación y los suelos tienden a variar en forma predecible dentro de una unidad de relieve y son afectados por la altitud y la inclinación siguiendo un gradiente. Las relaciones entre las formas del terreno y los suelos, la vegetación y el uso del suelo, pueden describirse utilizando diversas técnicas analíticas que involucran el manejo automatizado de las bases de datos de un sistema de información geográfica (SIG). En otras palabras, las unidades de relieve son clasificadores integrados del paisaje (Bocco *et al.*, 2001).

Los componentes de estas unidades territoriales homogéneas se definen mediante la utilización de técnicas de observación del terreno, cartografía digital y verificación selectiva en campo. El modelo espacial subyacente es una leyenda y su diseño a modo de base de datos espaciales y sus atributos. Como estas unidades territoriales deben ser aptas para modelar varios niveles de aproximación (nacional, estatal, municipal), y por tanto, diversas escalas, se debe utilizar un enfoque jerárquico y multiescalar, que permita moverse de lo general a lo particular, y viceversa (Bocco *et al.*, 1999).

De esta forma, la regionalización geomorfológica (a diferentes escalas) proporciona la base espacial para la delimitación de otros componentes del medio natural (generalmente modificado por diferentes grados de intervención antrópica). El papel de la geomorfología, y más específicamente de la cartografía geomorfológica, ha sido reconocido en México desde hace más de una década (Bocco y Palacio, 1982). Asimismo, está en la base de la mayoría de las estrategias de clasificación del terreno y el paisaje, toda vez que las características del sustrato abiótico (controladas por el tipo de roca, expresado en un relieve concreto modificado por las condiciones climáticas) lo hacen aceptablemente susceptible de ser segmentado (discretizado) en unidades relativamente homogéneas (zonificación del relieve o paisaje geomorfológico y formas de relieve) (Bocco *et al.*, 1999).

Los suelos y la vegetación, en cambio, varían más a lo largo de gradientes, por lo que son menos aptos para ser segmentados en unidades discretas. Sin embargo, la relación coherente y sistemática de las unidades geomorfológicas y su cobertura (vegetación y usos actuales) permite discretizar el paisaje a diferentes escalas, mismas que representan diferentes niveles de conceptualización (Bocco *et al.*, 1999).

A 1.02 PROCESO METODOLÓGICO

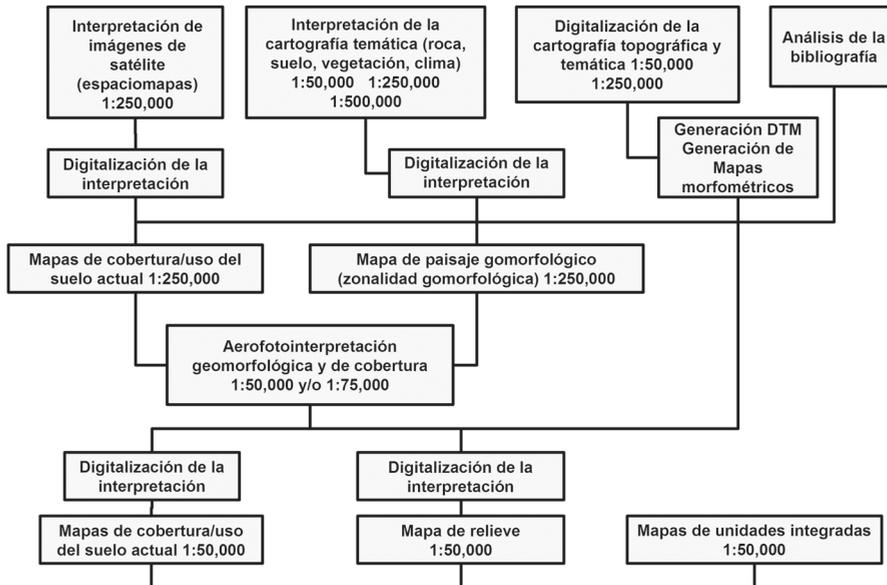
El análisis completo para la regionalización ecológica involucra, según (Bocco *et al.*, 2001), el uso extensivo de:

- 1) La interpretación de los mapas topográficos y modelos digitales del relieve-

- ve del terreno.
- 2) La interpretación de mapas litológicos para el sustrato rocoso.
 - 3) La interpretación de fotografías aéreas y/o imágenes de satélite tanto para las formas del relieve y la cobertura del terreno.
 - 4) La verificación selectiva en campo, y
 - 5) El manejo y análisis automatizado de los datos en un ambiente de SIG. Es necesario aplicar técnicas de sobreposición de mapas a la par de análisis estadísticos para describir cuantitativamente la relación entre los componentes del paisaje: formas del relieve, suelos y vegetación.

En el diagrama de flujo de la Figura A1.1 se presenta el resumen del método global de regionalización ecológica a dos escalas de trabajo (1:250,000 y 1:50,000).

FIGURA A1.1- MÉTODO GLOBAL DE REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA.

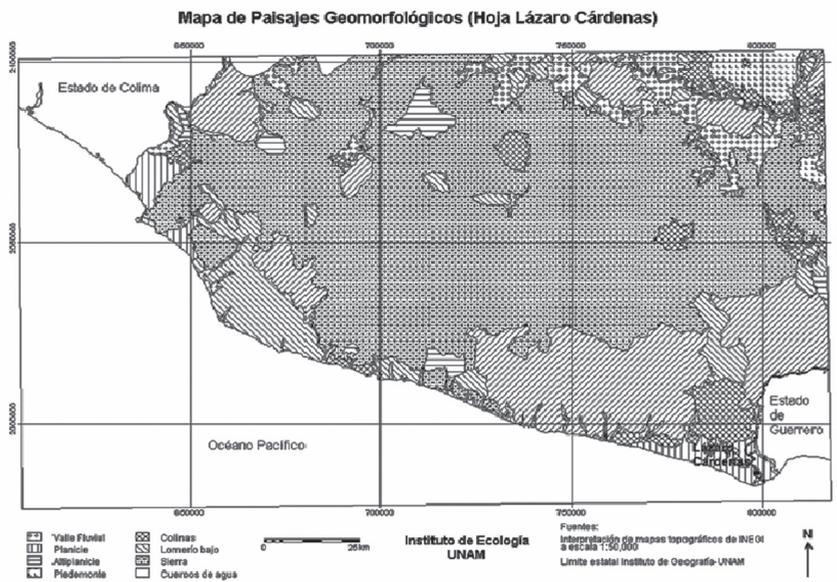


De manera simple, la regionalización ecológica o eco-regionalización consiste en delimitar espacios geográficos relativamente homogéneos en función del medio físico y biológico; en tanto que, la clasificación ecológica del territorio es el proceso de delimitar y clasificar áreas ecológicamente distintivas de la su-

perficie de la Tierra. El enfoque holístico en la clasificación de los territorios se puede aplicar en escalas crecientes, en forma jerárquica, desde los ecosistemas locales específicos hasta los continentales.

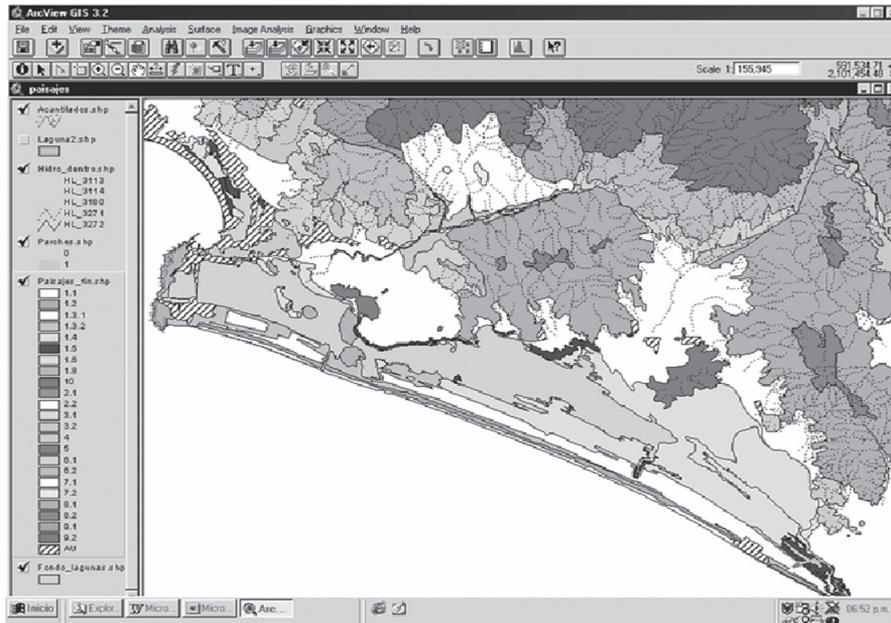
En la Figura A1.2 se muestra un producto de la regionalización ecológica ilustrando las unidades geomorfológicas.

FIGURA A1.2.- MAPA DE UNIDADES FÍSICO-BIÓTIGEOMORFOLÓGICAS.



En la Figura A1.3 se presenta un ejemplo de regiones ecológicas elaborado para un Ordenamiento Ecológico territorial. La leyenda del mapa representa el esquema jerárquico de clasificación, y se muestran dos niveles de agregación.

FIGURA A1.3.- MAPA DE REGIONES ECOLÓGICAS.



Leyenda de la Figura A1.3. Regionalización ecológica del OET Laguna de Cuyutlán, Colima.

-
1. LLANURA LITORAL CALIDA (TEMPERATURA ANUAL 25-27° C) SUBHUMEDA A SEMISECA (700-1000mm) BAJA (H = 0-30m) PLANA A MUY POCO INCLINADA (0-3°) SOBRE DEPOSITOS ARENOSOS, ARENO-FANGOSOS, ROCAS VOLCÁNICAS Y GRANITOS CON VEGETACIÓN DE COSTA ARENOSA, MATORRAL SUBCOSTERO, MANGLAR, PLANTACIÓN DE COCOTEROS E INSTALACIONES.
 - 1.1. PLAYA ARENOSA ANCHA (60-70m) CON PENDIENTE FUERTE, DE ARENA GRIS OSCURA GRUESA
 - 1.2. DUNAS ALTAS (10-25m) CON PENDIENTES FUERTES SOBRE ARENAS NO CONSOLIDADAS CON VEGETACIÓN DE HALOFITAS DE COSTA ARENOSA.
 - 1.3. SUPERFICIE BAJA (3-6 m.) ADYACENTE A LAS DUNAS, PLANA (0-1°) SOBRE DEPOSITOS ARENOSOS HUMIFICADOS
 - 1.3.1. CON PLANTACIONES DE COCOTEROS Y FOCOS DE PASTOS
 - 1.3.2. CON MATORRAL ESPINOSO SUBCOSTERO DEGRADADO
 2. LLANURA ALUVIO-MARINA CALIDA (TEMPERATURA MEDIA ANUAL (25-27°C) SUBHUMEDA A SEMI-SECA (700-1000 mm.) BAJA A MEDIA (H = 0-100m) PLANA A POCO INCLINADA (0-5) SOBRE DEPOSITOS ALUVIALES ARENOSOS CON PLANTACIONES DE COCOTEROS, PLATANO, MANGO, LIMON, TAMARINDO; CULTIVOS ANUALES Y FOSOS DE PASTOS SOBRE SUELOS FEOZEM HAPLICO Y FLUVISOLES.
 - 2.1. CAUCE Y PLANO DE INUNDACIÓN DEL RIO EN FORMA DE CUBETA SOBRE CANTOS Y GRAVAS CON VEGETACIÓN DE GALERIA
 - 2.2. SUPERFICIE BAJA SOBRE DEPOSITOS ALUVIALES CON PLANTACIONES SOBRE SUELOS FEOZEM HAPLICO PROFUNDO
 3. VALLES FLUVIALES CALIDOS (TEMPERATURA MEDIA ANUAL 25-27°C) SUBHUMEDOS (900-1000 mm.) EROSIVO-ACUMULATIVOS SOBRE DEPOSITOS ARENOSOS, CANTOS Y BLOQUES CON TERRAZAS ACUMULATIVAS, CON CULTIVOS, PASTOS, VEGETACIÓN DE GALERIA Y RESTOS DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA SOBRE FLUVISOLES Y REGOSILES.
 - 3.1. CAUCE Y PLANO DE INUNDACIÓN DEL RIO SOBRE CANTOS Y GRAVAS CON VEGETACIÓN DE GALERIA
 - 3.2. SUPERFICIE DE LAS TERRAZAS BAJAS Y MEDIAS (H 3-4 y 12-15m) CON PLANTACIONES Y AGRICULTURA DE TEMPORAL EN LA MAS BAJA Y PASTOS Y RESTOS DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN LAS MEDIAS SOBRE FLUVISOLES PROFUNDOS
 4. ALTURAS BAJAS AISLADAS (H < 200 m.) TECTONICO-EROSIVAS MASIVAS, CALIDAS (TEMPERATURA MEDIA ANUAL 25-27°C) SEMISECAS (700-800 mm) MUY INCLINADAS (15-20°) SOBRE GRANITOS, CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA SOBRE REGOSILES Y FEOZEM.
 5. ALTURAS BAJAS (H < 180 m) CALIDAS (TEMPERATURA MEDIA ANUAL 25-27°C) SEMISECAS (700-800 mm) MUY INCLINADAS (10-15) SOBRE TOBAS Y BRECHAS VOLCANICAS CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA DEGRADADA Y PASTOS SOBRE LITOSOLES, REGOSILES Y FEOZEM
 6. ALTURAS MEDIAS (H=200-500m.) TECTONICO-EROSIVAS DISECCIONADAS CALIDAS (TEMPERATURA MEDIA ANUAL 25-27°C) SUBHUMEDAS (700-900 mm.) MUY INCLINADAS (15-20°) SOBRE GRANITOS CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA, PASTOS Y FOCOS DE AGRICULTURA DE TEMPORAL SOBRE REGOSILES EUTRICOS Y FEOZEM HAPLICO.
 - 6.1. PARTE BAJA DE LAS PENDIENTES CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA DEGRADADA, PASTOS Y FOCOS DE AGRICULTURA DE TEMPORAL
 - 6.2. PARTE ALTA DE LAS PENDIENTES Y CIMAS CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA
 7. ALTURAS GRANDES (H=300-500m.) TECTONICO-EROSIVAS CALIDAS (TEMPERATURA MEDIA ANUAL 25-27°C) SUBHUMEDAS (700-900 mm) FUERTEMENTE INCLINADAS (MAYORES DE 20°) SOBRE CALIZAS CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA SOBRE REGOSILES Y LITOSOLES.
 - 7.1. PENDIENTES FUERTEMENTE INCLINADAS (> 35°) CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA DEGRADADA Y FOCOS DE PASTOS SOBRE REGOSILES CALCÁRICOS
 - 7.2. SUPERFICIES ALTAS EN FORMA DE CASQUETES (> 480 m.) CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA SOBRE REGOSILES Y LITOSOLES
 8. MONTAÑAS PEQUEÑAS (400-780m) TECTONICO-EROSIVAS DISECCIONADAS, CALIDAS (TEMPERATURA MEDIA ANUAL 24-26°C) SUBHUMEDAS (800-900 mm.) MUY INCLINADAS (>20°) SOBRE TOBAS Y BRECHAS VOLCANICAS CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y MEDIANA SUBCADUCIFOLIA EN PARTE DEGRADADA CON PASTOS SOBRE REGOSILES Y LITOSOLES.
 - 8.1. PENDIENTES INCLINADAS A MENOS DE 500 m. CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN PARTE DEGRADADA Y PASTOS
 - 8.2. PENDIENTES INCLINADAS Y CIMAS A MAS DE 500 m., CON SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA CON FOCOS DE PASTOS
 9. MONTAÑAS BAJAS (400-940m) TECTONICO-EROSIVAS, DISECCIONADAS, CALIDAS (TEMPERATURA MEDIA ANUAL 24-26°C) SUBHUMEDAS (800-1000 mm.) MUY INCLINADAS (>20°) SOBRE GRANITOS Y GRANODIORITAS, CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y MEDIANA SUBCADUCIFOLIA CON FOCOS DE PASTOS SOBRE REGOSILES Y LITOSOLES.
 - 9.1. PENDIENTES INCLINADAS A MENOS DE 500 m. CON SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y FOCOS DE PASTOS
 - 9.2. PENDIENTES INCLINADAS Y CIMAS A MAS DE 500 m. CON SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA
 10. MONTANAS BAJAS (H=500-1200m.) TECTONICO-EROSIVAS MUY DISECCIONADAS CALIDAS (TEMPERATURA MEDIA ANUAL 24-26°C) SUBHUMEDAS (MAS DE 900 mm.) MUY INCLINADAS (>20°) SOBRE GRANITOS CON SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA CON FOCOS DE PASTOS SOBRE REGOSILES Y LITOSOLES. -

La Regionalización Ecológica representa un primer nivel de trabajo, en donde se caracteriza al terreno en función del relieve (utilizando un sistema jerárquico de clasificación), la geología, los suelos presentes, las características climáticas, la vegetación y el uso del suelo. Las unidades resultantes, son la materia prima para realizar una evaluación de la aptitud del territorio para diferentes tipos de utilización del suelo, así como la base para la posterior construcción de las unidades de gestión ambiental (UGA).

BIBLIOGRAFÍA

- Alcorta, G. R. 1964. Caminos de México-esquema geográfico de México. En: Atlas Gooddrich Euzkadi. México, D. F. 7 p.
- Álvarez, M. 1961. Provincias fisiográficas de la República Mexicana. Bol. Soc. Geol. Mex. 24 (2): 5-20.
- Bocco, G. y J. L. Palacio. 1982. Utilidad de la cartografía geomorfológico en la evaluación y planeación del territorio. Anuario de Geografía, año XXII. UNAM, México, pp. 29-40.
- Bocco, G. y M. A. Ortiz. 1994. Definición de unidades espaciales para el Ordenamiento Ecológico. Jaina 5 (1): 8-9.
- Bocco, G y M. E. Mendoza, 1997. La regionalización geomorfológica como una alternativa de regionalización ecológica en México. El caso de Michoacán de Ocampo. Geografía y Desarrollo.
- Bocco, G., M. Mendoza, A. Velázquez y A. Torres. 1999. La regionalización geomorfológica como una alternativa de regionalización ecológica en México. El caso de Michoacán de Ocampo. Investigaciones Geográficas 40:7-21.
- Bocco, G., M. Mendoza and A. Velázquez. 2001. Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping – a tool for land use planning in developing countries. *Geomorphology* 39:211-219.
- Bocco, G., M. E. Mendoza, Á. Priego y A. Burgos. 2006. La cartografía de sistemas naturales como base geográfica para la planificación territorial: una revisión de la bibliografía. Serie Cuadernos de planeación territorial. INE. (en prensa).
- Cuanalo, H. 1977. El levantamiento fisiográfico de la República Mexicana y su utilización para la planificación del desarrollo rural. Proyecto de Investigación: Chapingo, México, Colegio de Postgraduados.
- Cuanalo, H., E. Ojeda, A. Santos y C. A. Ortiz. 1981. Provincias, regiones y subregiones terrestres de México. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados.
- Ordoñez, E. 1936. Physiographic provinces of Mexico. *American Association of Petroleum Geologist* V.20: 1277-1307.

- Ordoñez, E. 1946. Principales provincias geográficas y geológicas de la República Mexicana. En: Guía del explorador minero, pp. 103-142., México, D. F. Instituto de Geología U.N.A.M.
- Quiñones, H. 1987. El sistema fisiográfico de la dirección general de geografía. *Revista de Geografía* 1(2): 13-20.
- Raisz, E. 1959. *Landforms of Mexico*. Cambridge, Mass., Ed. privada.
- Raisz, E. 1964. *Landforms of Mexico (chart)*. Geography Branch of the Naval Research. 2° ed. Cambridge, Mass. USA.
- Rosete, F. y G. Bocco. 1999. Ordenamiento territorial. Bases conceptuales y estrategias de aplicación en México. *Revista de Geografía Agrícola* 28:21-39.
- Santos, A., H. Cuanalo y C. A. Ortiz. 1985-86. Metodología de regionalización natural para grandes territorios, basada en el concepto de paisaje. El caso de México. *Revista de Geografía Agrícola* 9-10: 14-24.
- Verstappen, H. 1984. *Applied geomorphology*. Elsevier. Amsterdam.
- Velázquez-Montes, A, 1993. Landscape Ecology of Tlálloc and Pelado Volcanoes, México. Whit special reference to the volcano rabbit (*Romerolagus diazi*), its habitats, ecology and conservation. ITC publicación No. 16. Enschede, The Netherlands: 152 p.
- Zonneveld, I. H. 1979. *Land evaluation and landscape science*. ITC, The Netherlands.



ANEXO 2. PROCESOS DE PARTICIPACIÓN PÚBLICA

INTRODUCCIÓN

En México la planeación participativa es una condición para el desempeño del gobierno. Se ha reconocido que la participación social es un factor fundamental para reforzar el régimen democrático, promover el desarrollo sostenible, lograr la integración económica y mejorar el nivel de vida de la población. Esto ha derivado en que la participación pública se integre en las políticas e instrumentos de planeación. De hecho, existe un marco jurídico que promueve la participación pública en la planeación. Esto es especialmente importante dado que en nuestra sociedad existe una diversidad de grupos o actores sociales, cada uno con intereses, valores y necesidades particulares que pueden ser opuestos a los de otros grupos. En ocasiones estas diferencias han derivado en conflictos ambientales por razones tales como el uso, aprovechamiento, manejo o conservación de recursos naturales. Uno de los beneficios de la participación pública es la prevención y atención de conflictos ambientales entre grupos de interés.

El Reglamento de la LGEEPA en materia de Ordenamiento Ecológico que señala al ordenamiento ecológico como un instrumento de planeación integral, participativo y transparente. Por ello, el planteamiento que se presenta es congruente con las disposiciones del Reglamento que se refieren a promover la participación social, la transparencia del proceso y la inclusión de

intereses sectoriales, Así, el presente anexo surge de la necesidad de establecer procedimientos que sirvan de guía para identificar y ponderar criterios de decisión a través del proceso de participación pública. No pretende establecer un procedimiento rígido, sino presentar un lineamiento general en el que se pueden combinar diferentes métodos y técnicas.

El Proceso de ordenamiento debe buscar la concurrencia de todos los actores sociales y autoridades de los tres órdenes de gobierno, procurando la conciliación de intereses mediante una negociación equitativa y justa. Ello permitirá establecer políticas públicas eficaces, eficientes y más sensibles a las demandas de los ciudadanos, así como mayor corresponsabilidad sobre la gestión ambiental. Bajo este esquema, la participación pública es importante a lo largo del proceso de ordenamiento, tanto para el desarrollo del programa de ordenamiento, donde la identificación de intereses sectoriales y conflictos ambientales es fundamental; como para su seguimiento y, en su caso, modificación. Pero más que eso, la relevancia de la participación pública radica en que los resultados obtenidos realmente sean considerados en la elaboración del modelo.

Este anexo está conformado por tres partes:

En la primera se presentan aspectos generales de la participación pública tales como los requisitos para lograr efectividad y las limitaciones a las que se enfrenta.

En la segunda, se presenta el proceso de participación pública donde el elemento fundamental es realizar un taller de planeación participativa.

Por último, en la tercera parte se presentan cuatro métodos para identificar y ponderar criterios de decisión para el ordenamiento ecológico. Los métodos que se presentan varían en su facilidad de uso y sustento teórico, pero con todos se obtiene la ponderación de criterios. La descripción de los métodos se acompaña con ejemplos y ejercicios para dar mayor claridad. Algunos de los ejemplos provienen de casos de estudio reales, mientras que otros son hipotéticos.

A 2.01 ASPECTOS GENERALES DE LA PARTICIPACIÓN PÚBLICA

La participación pública es un proceso voluntario donde la sociedad puede intercambiar información, expresar opiniones, articular intereses y tener el potencial de influir en las decisiones o el resultado del tema en cuestión. En los procesos de toma de decisiones, la participación pública permite lograr varios objetivos, tales como tomar mejores decisiones que reflejen los intereses del público, y lograr soluciones acordadas en común, defensa de derechos e intereses colectivos, mejor aceptación de políticas, planes y programas y mayor compromiso por parte de los participantes en la correcta implementación y cumplimiento de las medidas adoptadas.

1) **Condiciones para una participación pública eficiente**

En el marco del ordenamiento ecológico, para que un proceso de participación pública sea eficiente y cubra los objetivos, debe ser:

- a) **Inclusivo** con respecto a los intereses. Debe involucrar a todos los actores sociales presentes en el área de ordenamiento.
- b) **Voluntario** con respecto a la participación. La naturaleza voluntaria de la participación pública se aplica en todas las etapas del proceso.
- c) **Equitativo**: Todos los participantes tienen la misma oportunidad de defender sus intereses. Nadie puede imponer decisiones a nadie.
- d) **Imparcial**. Significa que se hace el mejor esfuerzo para alcanzar el consenso considerando equitativamente todos los intereses.
- e) **Transparente**. Todos los participantes deben tener la oportunidad de conocer la totalidad del proceso y las reglas básicas. El establecimiento de reglas acordadas entre los participantes al inicio del proceso contribuye a evitar malos entendidos y conflictos sobre las funciones y los procedimientos. En particular, es importante que el público conozca el tiempo apropiado para participar, qué se

espera de él, hasta dónde llegará su participación.

f) Oportuno. Para que las aportaciones del público, surgidas de la consulta pública, realmente puedan ser consideradas éstas deben realizarse en el tiempo óptimo, para ello es necesario que se involucre desde las primeras etapas del estudio y a lo largo de él, siempre validando la información. Además, la participación pública debe ser una actividad continua; diseñándose mecanismos para ello. Con respecto al Ordenamiento Ecológico la participación pública es indispensable para identificar los intereses sectoriales y los atributos ambientales durante la fase de caracterización. A partir de los datos obtenidos en esta primera fase, se elabora un análisis de aptitud sectorial, un mapa de aptitud y se identifican los conflictos ambientales, necesarios para realizar las etapas de diagnóstico, pronóstico y propuesta. Esta última también debe someterse a un proceso de consulta pública. Entre los mecanismos para garantizar la continuidad en la participación pública están la Bitácora Ambiental y el Comité de Ordenamiento.

g) Legítimo. El público debe saber que sus intereses son reconocidos. La legitimación conlleva un compromiso ético de que los representantes defiendan y ejerzan los derechos de quienes representan, por encima de los suyos propios. La legitimación es relativa y temporal; relativa porque una comunidad puede elegir a una persona para que los represente en un tema específico, pero no necesariamente para otros temas en los que pueden no coincidir; y temporal porque los representantes legítimos pueden dejar de serlo en un momento dado. Un punto importante para impulsar la legitimidad es informar al público las responsabilidades y atribuciones de las autoridades, para que la sociedad esté informada de hasta dónde puede intervenir la autoridad y que sus limitaciones no se interpreten como falta de voluntad. Los comités de ordenamiento son una forma de legitimar el proceso.

h) Iterativo. Es preciso que la identificación de conflictos, generación de alternativas y evaluación de impactos se contrasten repetidamente

durante la planeación y la ejecución del estudio.

- i) **Confiable.** Debe desarrollar relaciones de confianza: La participación pública debe basarse en la confianza mutua, el intercambio de información veraz y oportuna, así como en la cooperación entre los actores involucrados para favorecer el mutuo entendimiento y la solución conjunta de los problemas. Este punto es relevante dado que la respuesta del público depende en gran medida de experiencias anteriores, propias o no, y de la confianza en las instituciones o actores sociales involucrados, no sólo del entendimiento de la información técnica presentada; es decir, no basta con que la información esté disponible y sea entendible.

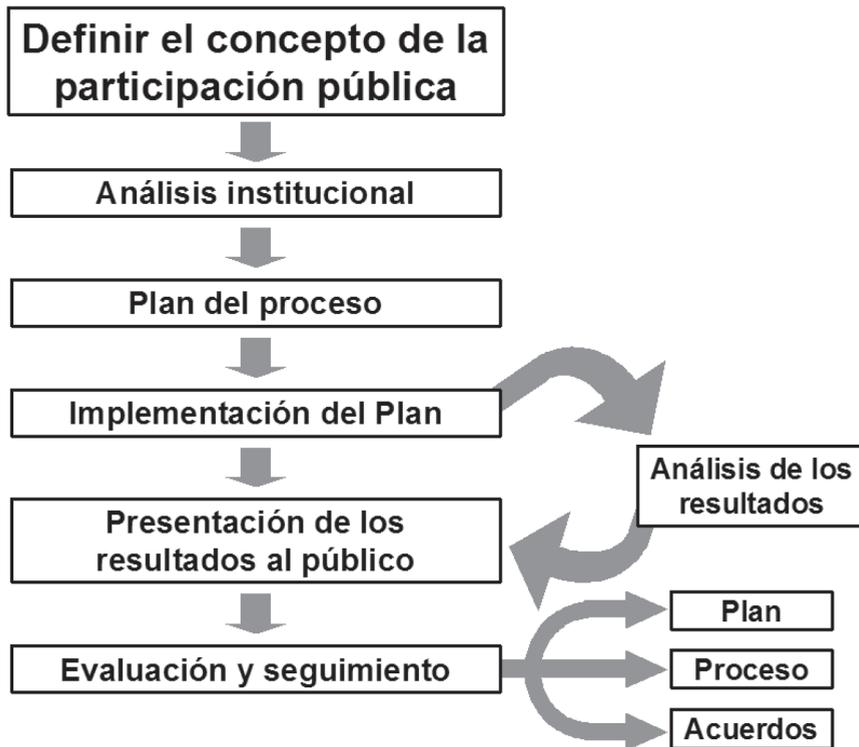
2) **La participación pública como proceso**

En general, la participación pública debe ser vista como un proceso. Dependiendo de la escala del proceso, las etapas pueden ser más o menos articuladas formalmente. En términos generales, el proceso implica seis pasos (Figura 1). Se propone que este proceso se establezca como procedimiento general para emprender la participación pública durante la elaboración de ordenamientos. El elemento central es la realización de talleres de planeación participativa en los que se identifiquen y ponderen criterios.

a) **Definición del contexto de la participación pública**

Definir claramente en qué contexto se ubica el programa de ordenamiento, a qué razones obedece, si se trata de un programa nuevo, o si la participación pública se emprende para dar seguimiento o modificar uno ya existente, es el punto de partida del proceso de participación pública. También se debe establecer los objetivos y alcances de la participación pública. El contexto será definido según las particularidades y el área geográfica de cada caso.

FIGURA A2.1.
PROCESO DE PARTICIPACIÓN PÚBLICA



Para que el proceso de participación pública sea exitoso es importante que la autoridad y la comunidad decidan de común acuerdo la necesidad de realizar un ordenamiento. Si es así, la comunidad estará más dispuesta a participar. Si por el contrario, el ordenamiento es iniciativa tan sólo de una de las partes, puede suceder que la comunidad no participe o, si lo hace, no sea con la mejor actitud. O bien, por otro lado, que la autoridad no destine el apoyo y atención necesarios. En ambos casos se tendría una mala experiencia y no se contaría con el mejor ambiente para realizar este trabajo.

b) Análisis institucional

El análisis institucional, provee un mapa de los actores sociales rele-

vantes y sirve para identificar los posibles roles que pueden asumir los grupos de interés. Los productos de esta fase comprenden el análisis del contexto sociopolítico y cultural existente en el área de ordenamiento y la identificación de los grupos de interés para el proceso participativo. El análisis institucional puede realizarse a través de revisión de documentos administrativos e históricos, o mediante consulta con autoridades locales, grupos académicos, representantes de sectores socioeconómicos y organizaciones no gubernamentales.

c) Plan del proceso

En la tercera fase del proceso de participación pública se elabora un plan en el que se definen los objetivos, las reglas, las responsabilidades, las técnicas a emplear y las actividades a realizar, así como las necesidades de información, de capacitación y de arbitraje externo. También se debe realizar una calendarización de actividades. Es importante mencionar que el Comité de Ordenamiento debe estar enterado y conforme con el plan de participación pública, dado que una de sus atribuciones es vigilar el cumplimiento de las actividades del proceso de ordenamiento.

En la elaboración del plan, se debe reconocer al proceso de participación pública como adaptativo, secuencial y capaz de moverse en diferentes direcciones. En general, se recomienda involucrar al público desde la planeación del proceso para producir planes consistentes con los valores de la comunidad local y así promover el interés, la transparencia y la representación desde su inicio.

d) Ejecución del plan

En esta fase se pone en práctica el plan elaborado. Los dos elementos importantes son la convocatoria y el taller de planeación participativa, ya que de ellos depende, en gran medida, la respuesta del público, la validez de los resultados y, consecuentemente, el cumplimiento de los compromisos establecidos.

- **Convocatoria**

Dependiendo de los objetivos planteados, la convocatoria puede ser abierta y ampliamente difundida si se desea la intervención de la sociedad en su conjunto, o bien puede dirigirse a representantes o expertos si se pretende obtener información de representantes de los grupos de interés o de los grupos académicos, por ejemplo. En todo caso, es importante que desde el inicio de la ejecución del plan se informe al público sobre los objetivos, las técnicas a emplear y las oportunidades de participación.

En esta fase se debe recurrir a las técnicas de participación pública consideradas de índole informativa, tales como folletos, boletines, asistencia técnica, capacitación, exposiciones, insertos en periódicos, televisión, oficinas de campo, correo electrónico y línea telefónica. Aunque algunas de ellas promueven la participación, no se tiene garantizada la respuesta de la sociedad, y mucho menos que sus resultados sean representativos de la comunidad. Estas técnicas se presentan en el Anexo 1.

- **Taller de planeación participativa**

Se propone la realización de un taller de planeación participativa para obtener información sobre los objetivos y las actividades de los grupos de interés. Dado que el proceso involucra diferentes actores sociales, cada uno con sus propios valores, intereses y necesidades, el taller consiste en reunir a diferentes sectores o sus representantes y pedirles que definan sus objetivos y expresen sus opiniones e intereses para determinar los patrones de ocupación del territorio que maximicen el consenso y minimicen el conflicto.

En la realización de los talleres es importante la logística. Si bien la prioridad de este apéndice no es abordar este tema, se considera necesario mencionar ciertos puntos generales que resultan clave para el éxito de los talleres. Así, por ejemplo, debe definirse: la dinámica a aplicar, el sitio apropiado para efectuar el taller, la disposición de mesas que se adapte mejor a la dinámica elegida, la organización de

grupos de trabajo, y la orden del día. Es conveniente que la cuestión logística y el taller sean coordinados por un facilitador, quien generalmente estructura las deliberaciones y sugiere o coordina también los aspectos logísticos.

El taller debe incluir una presentación, sesiones plenarias, sesiones en mesas de trabajo y recesos.

La presentación es para dar la bienvenida a los participantes y explicar los objetivos, la dinámica y las reglas a seguir, así como las limitaciones y atribuciones de quienes convocan. Esta parte puede estar a cargo del facilitador y/o de los organizadores del proceso de participación pública.

En cuanto a las sesiones plenarias, generalmente es necesario realizar dos: una al inicio del taller, para exponer el proceso de ordenamiento, el contexto ambiental, social, económico y político de la región, los conflictos ambientales existentes y la metodología a emplear durante el proceso de ordenamiento. También pueden incluirse otras actividades tales como exposiciones de temas concretos o lectura de artículos o resúmenes técnicos. Es importante que se establezca claramente el alcance de la participación pública. La otra sesión plenaria se realiza después del trabajo en mesas, para que cada mesa presente sus conclusiones y, en su caso, se discutan puntos particulares. Las sesiones plenarias deben ser coordinadas por el facilitador y el equipo organizador.

En las sesiones en mesas de trabajo los asistentes se distribuyen en grupos pequeños. Cada mesa de trabajo tiene un moderador que dirige la sesión. Es importante que el moderador tenga claridad en su papel para que pueda coordinar objetivamente la discusión en el grupo. Generalmente la discusión en las mesas de trabajo se realiza mediante una serie de preguntas diseñadas con anticipación, de acuerdo con los objetivos del taller.

Finalmente, dado que es común que los talleres se realicen en jornadas largas, es preciso programar recesos; su intervalo y duración de-

pendará de la dinámica de trabajo y, en su caso, de las sugerencias del facilitador.

Para ser congruentes con las disposiciones que señala el Reglamento para la etapa de caracterización de los estudios técnicos de ordenamiento, los objetivos del taller de planeación participativa deben incluir cuatro puntos básicos:

- identificación y definición de atributos ambientales
- jerarquización de atributos ambientales
- ponderación de atributos ambientales
- identificación de actividades incompatibles

En el Anexo 3 se particulariza cada uno de estos puntos, explicando en qué consisten y cuáles son los productos a obtener.

e) Análisis de resultados

Los resultados obtenidos en procesos participativos dependen de los objetivos planteados y de las técnicas aplicadas. En algunos casos, la información que se obtiene a través de la participación pública tiene el nivel de detalle requerido, pero en otros casos los datos deben ser procesados para obtener resultados que guíen al logro de un consenso. El análisis que precisen los datos dependerá de los objetivos planteados, la información disponible y el nivel de detalle requerido.

f) Presentación de resultados al público

Después de obtener, sintetizar y procesar los resultados, la información debe compartirse con el público para que conozca los avances del proceso y, en su caso, externe sus comentarios o dudas. El público evalúa las propuestas que se le presenta, incluyendo los componentes científicos y técnicos. Como respuesta, la comunidad puede aceptar los resultados, proponer modificaciones o soluciones diferentes que sean viables. Es importante asegurarse de que la comunidad local tenga un adecuado conocimiento de las posibles implicaciones la propuesta.

En esta etapa se prueba la factibilidad política y social de la propuesta y se busca el consenso, mediante la negociación. Al respecto, cabe señalar que existen diferentes estilos de negociación, pero en general se obtienen mejores beneficios con una postura de cooperación más que de competencia.

Resumen de la aplicación del proceso de participación pública en el marco de ordenamiento ecológico

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el contexto de la participación pública 2. Realizar el análisis institucional 3. Elaborar el plan 4. Ejecutar el plan <ol style="list-style-type: none"> a) Convocatoria b) Taller de planeación participativa para <ul style="list-style-type: none"> • Identificar y definir atributos • Establecer la jerarquía de los atributos • Ponderar los atributos • Identificación de actividades incompatibles. 5. Análisis de resultados <ul style="list-style-type: none"> • Generación de mapas sectoriales 6. Presentación de resultados al público |
|---|

3) Problemas y limitaciones de la participación pública

A pesar de las expectativas asociadas con la participación pública, estos procesos tienen limitaciones. Algunas son inherentes a los temas, otras se deben al contexto institucional y cultural y otras se relacionan con los grupos de interés. Los problemas deben ser reconocidos claramente y verse como un reto a superar más que como un pretexto para no aspirar a óptimos resultados. Entre los factores que limitan la efectividad de la participación pública se tiene:

a) El contexto cultural o institucional:

La participación pública se inserta en un marco institucional y cultural más amplio. Dependiendo de su naturaleza e historia, puede o no favorecer un enfoque participativo. Además, el acceso puede estar restringido por barreras psicológicas o culturales. Por ejemplo, las

mujeres y los jóvenes son los grupos menos representados en procesos de participación pública.

b) El marco legal.

La participación pública puede ser un complemento a requerimientos legales, pero siempre debe de estar limitado a un ámbito específico el cual tiene que estar claro para el público que participa. El marco legal es dinámico y cambia con el tiempo. Aunque la tendencia es que cada vez se refuerce más la participación pública, siguen existiendo ciertas limitaciones que generalmente se relacionan con el ámbito de atribuciones de las autoridades.

c) El aspecto económico

Los costos pueden restringir la participación amplia o duradera. Quienes inician, organizan y toman parte en el proceso de participación pública pueden estar limitados por la disponibilidad de dinero y tiempo.

d) La representatividad:

Por lo general, es muy difícil lograr una representatividad absoluta, sin embargo, habrá que buscar los de mayor legitimidad y que representen todas o la mayoría de las posturas o visiones existentes.

e) La falta de información:

Si los grupos de interés no tienen la información necesaria o el conocimiento para entender los temas o cómo pueden ser afectados, no pueden dar opiniones o tomar una posición.

f) La falta de interés

La falta de interés del público puede deberse a que existan otros mecanismos para informar e influir en los resultados, o bien que el tema

en cuestión no sea percibido como importante.

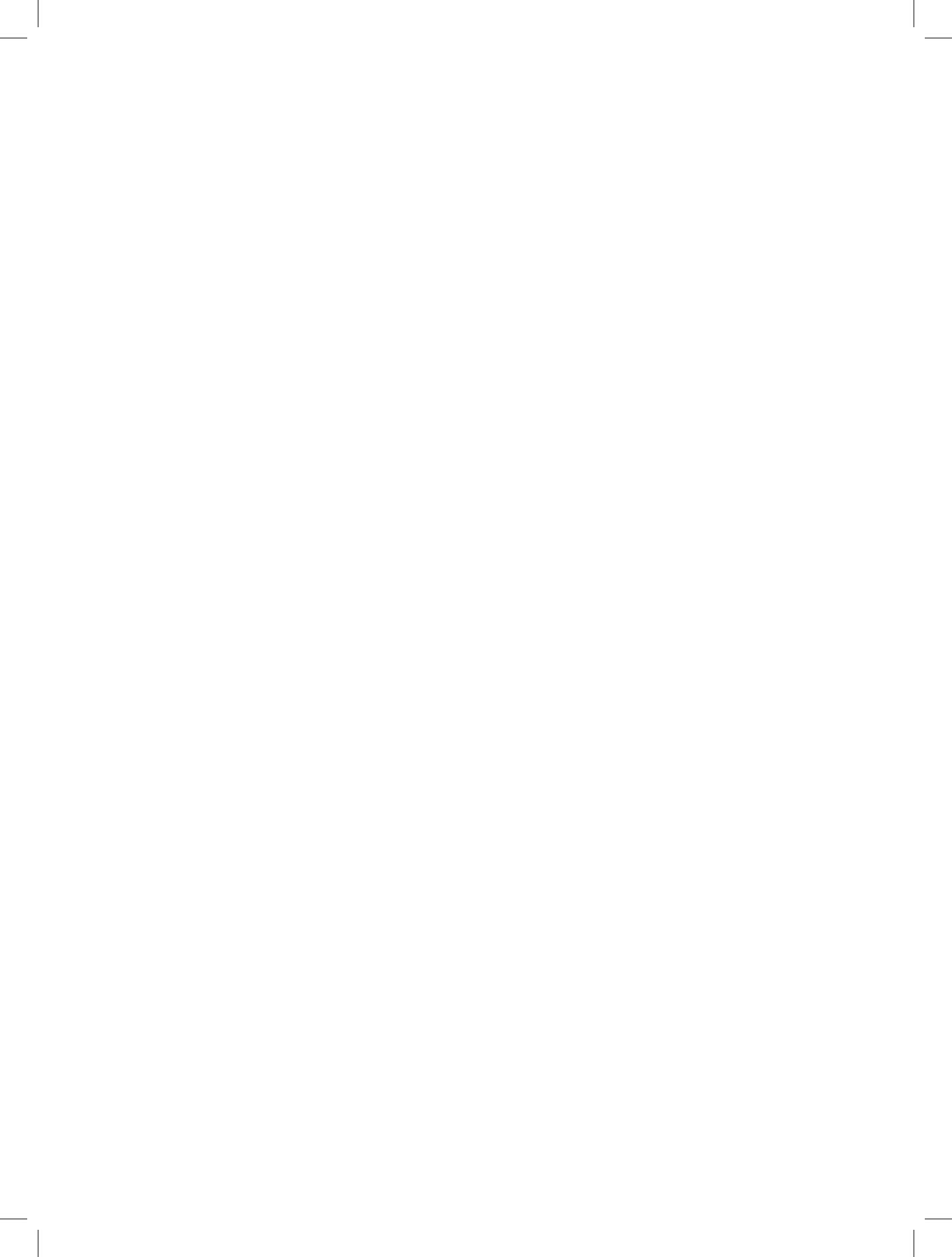
g) La falta de credibilidad

Si el público no cree en su capacidad de influir en el resultado, se puede dar una carencia total o parcial de credibilidad. Esto quizá suceda si no existe cultura de participación o confianza en la organización que convoca. También puede deberse a malas experiencias anteriores, porque el público no perciba un balance de poder en el proceso participativo, en recursos o capacidad organizacional, o bien por ideas preconcebidas acerca del proyecto o de la autoridad y sus objetivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Anselin, A., P.M. Meire y L. Anselin, 1989. Multicriteria techniques in ecological evaluation: an example using the analytical Hierarchy Process. *Biological Conservation* 49: 215-229.
- Bojórquez-Tapia, L.A., E. Ongay-Ddelhumeau y E. Ezcurra. 1994. Multivariate Approach for Suitability Assessment and Environmental Conflict Resolution. *Journal of Environmental Management*.
- Bojórquez-Tapia, L.A., S. Díaz y R. Saunier. 1997. Ordenamiento ecológico de la Costa Norte de Nayarit. OEA-UNAM, México, D.F.
- Bojórquez-Tapia, L.A., S. Díaz y E. Ezcurra. 2001. GIS-based Approach for Participatory Decision Making and Land Suitability Assessment. *Journal of Geographical Information Science* 15: 129-151.
- D.O.F. 1996. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación, 13 de diciembre de 1996. México.
- D.O.F. 2002. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental. Diario Oficial de la Federación 11-06-02.
- D.O.F. 2003. Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico. Diario Oficial de la Federación 08-08-03.
- Goodwin, P. y G Wright. 1998. *Decision Analysis for Management Judgment*. John Wiley & Sons. England. 454 pp
- Halvorsen, K. E. 2001. Assessing Public Participation Techniques for comfort, convenience, satisfaction, and deliberation. *Environmental Management* 28:179-186.
- Jasanoff y B. Wynne, 1988. Science and decisionmaking. En: Rayner, S y E.L. Malone (eds), *Human choice and climate change*. Batelle Memorial Institute. U.S.A. 41 pp.
- Malczewski, J. 1999. Spatial Multicriteria Decision Analysis. En: pp 11-48, Thill, J.C. (ed.), *Spatial Multicriteria Decision Making and Analysis, a Geographic Information Sciences Approach*. Ashgate Publishing Ltd. Gower House.

- Malczewski, J. 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley & Sons. Nueva York. 392 pp.
- Malczewski, J. 1999. Spatial Multicriteria Decision Analysis. En: pp 11-48, Thill, J.C. (ed.), Spatial Multicriteria Decision Making and Analysis, a Geographic Information Sciences Approach. Ashgate Publishing Ltd. Gower House.
- Munda, G. 2003 a. Social multi-criteria evaluation” (SMCE): methodological foundations and operational consequences. Sometido a: European Journal of Operational Research
- Munda, G. 2003 b. Multicriteria assessment. International Society for Ecological Economics. Internet Encyclopaedia of Ecological Economics.
- Ragsdale, C.T. 1998. Spreadsheet modeling and decision analysis. A practical introduction to management science. South western College Publishing. Ohio, U.S.A.



ANEXO 3. TÉCNICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE ATRIBUTOS

A 3.01 Identificación y ponderación de atributos.

En este Anexo se presentan métodos de participación pública que permiten identificar y ponderar atributos de decisión en la etapa de caracterización de los estudios técnicos de ordenamiento ecológico. En el desarrollo del capítulo se integran ejemplos y ejercicios para dar claridad a los temas o métodos expuestos.

1) Identificación de atributos

Esta fase consiste en identificar los atributos que deban emplearse para establecer el uso del territorio. El producto de esta etapa es una lista de atributos con su definición y su escala de medición. Para hacerlo, los actores sociales deben especificar: a) los objetivos que reflejen sus intereses, b) los atributos que indiquen el grado de cumplimiento de los objetivos y c) la definición de los atributos y su escala de medición. Una manera de hacer esto es organizar a los sectores por mesas de trabajo en el taller de planeación participativa. Así, el producto de cada mesa representa los objetivos y atributos de un sector en particular.

a) Establecer objetivos

Cada sector establece un objetivo que refleje de manera general sus

intereses. Generalmente el objetivo va enfocado al desempeño de sus actividades productivas. Así, por ejemplo, el objetivo para el sector forestal puede ser: maximizar la producción forestal, el sector acuacultura puede plantear incrementar la producción acuícola, y el sector conservación puede establecer como objetivo incrementar las áreas bajo conservación.

b) Identificar atributos

Una vez definido el objetivo, es necesario que cada sector identifique los atributos que favorecen el desarrollo de sus actividades, es decir, se debe identificar las características o atributos que permiten el logro del objetivo planteado. La finalidad de esta etapa es tener una lista de atributos a los cuales se les puede evaluar, cartografiar y cuantificar. La cuantificación de un objetivo se logra mediante la adopción de alguna escala numérica que indique el grado de cumplimiento del objetivo dentro de una escala determinada. Por ejemplo, siguiendo con el sector acuacultura, los atributos pueden ser: tipo de suelo, presencia de manglar, zonas con agua salobre, cercanía a carreteras y caminos, y zonas inundables.

Posteriormente, se debe desarrollar una estructura jerárquica en la que se relacionen los objetivos y los atributos. En una estructura jerárquica, el nivel superior está ocupado por el objetivo general (Figura A3.1), y el nivel inferior por los atributos o características que son indicadores cuantificables del grado en que los objetivos se cumplen. Los niveles intermedios pueden variar; puede haber objetivos particulares, grupos de atributos o subatributos. Puede que los atributos ocupen más de un nivel jerárquico para ganar entendimiento y claridad. Como sea, es importante que los atributos del último nivel jerárquico sean cartografiables, o sea, que puedan ser representados en mapas.

Dado que en casos de ordenamiento intervienen diferentes grupos de interés, es necesario diseñar una estructura jerárquica para cada sector. De ahí la importancia de que las mesas de trabajo en el taller se constituyan por representantes de un mismo sector. Si es así, entonces la estructura jerárquica resultante indicará los objetivos e intereses del

sector que se agrupó. Así, siguiendo con el ejemplo del sector acuicultura, la estructura jerárquica de los atributos queda como se muestra en la Figura A3.2.

FIGURA A3.1. ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE ATRIBUTOS

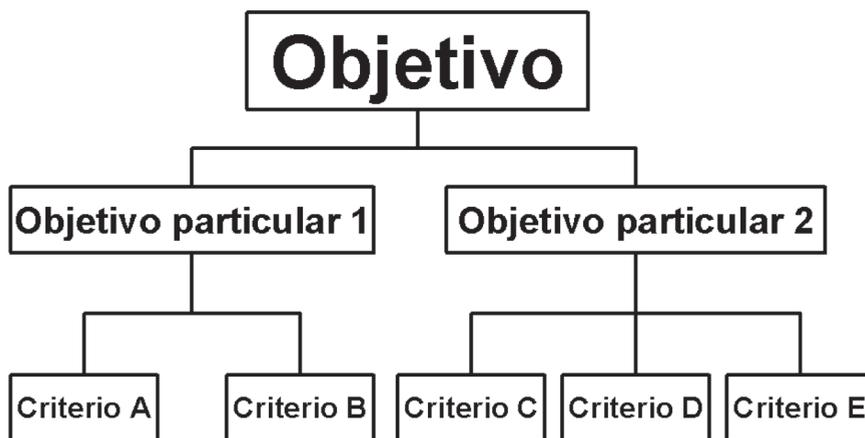
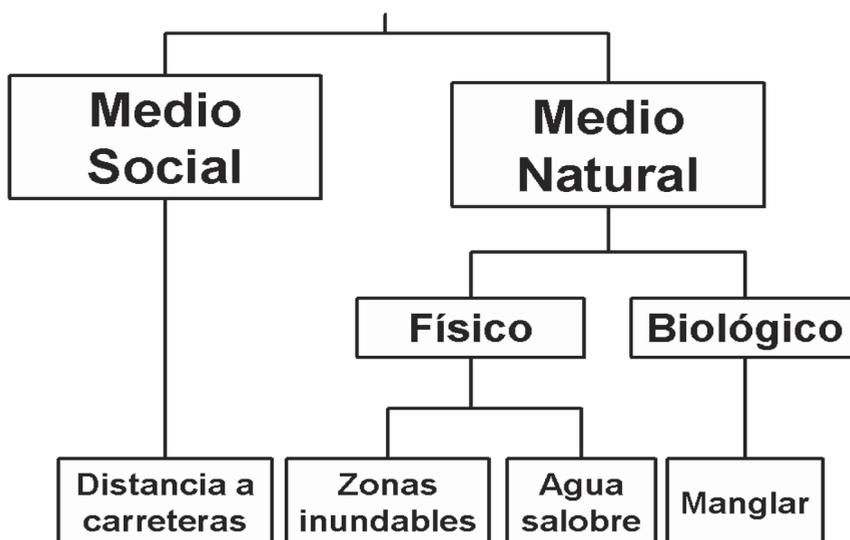


FIGURA A3.2. EJEMPLO DE ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE ATRIBUTOS



En otro ejemplo, en un estudio el objetivo general puede ser conservar la vegetación natural, los objetivos particulares pueden ser minimizar la fragmentación, incrementar la cobertura, mantener la heterogeneidad de hábitats y maximizar la conservación de suelo. Los atributos pueden incluir distancia a carreteras y a poblaciones, cobertura, diversidad, pendiente y geología.

La regla general para seleccionar atributos es que deben ser identificados con respecto a la situación del problema. Los atributos deben reflejar los aspectos relevantes del problema, sin caer en los extremos de trabajar con un elevado número de ellos que llevaría a tener problemas en el manejo, síntesis, validez e interpretación de resultados, aunque en el caso contrario se podría caer en la sobre simplificación.

No existe un procedimiento para seleccionar el conjunto de atributos de evaluación. Como regla general su selección debe basarse en las propiedades que los atributos tienen para representar adecuadamente la naturaleza multiatributo del problema. De esta manera, se deben cumplir ciertas propiedades: cada atributo debe ser comprensible y medible; y el conjunto de atributos debe ser completo, operacional, descomponible, no redundante y mínimo.

Un atributo es comprensible si su nivel en un problema de decisión indica claramente en qué grado se logra el objetivo asociado. No debe ser ambiguo o confuso para los participantes. Para que un atributo sea medible debe ser posible: 1) asignar un número al atributo y 2) evaluar las preferencias de los participantes. Por ejemplo, el atributo de “paisaje” es difícil de medir objetivamente. Es preferible identificar atributos susceptibles de medirse objetivamente. Por ello, es preferible emplear el atributo de cobertura vegetal, que es medible.

Además de las propiedades de cada atributo, es preciso que el conjunto de ellos cumpla las siguientes condiciones: debe ser completo, operacional, descomponible, no redundante y mínimo. El conjunto de atributos es completo si estos cubren todos los aspectos de un problema de decisión, y son suficientes para indicar el logro del objetivo general.

El conjunto de atributos es operacional si estos son útiles en el análisis y entendibles; es descomponible si los atributos pueden desagregarse en partes para simplificar el proceso. Por ejemplo, en un problema con los siguientes siete atributos de evaluación: residuos, ruido, contaminación del agua, educación, empleo, vivienda, infraestructura, es posible desagregar el proceso de evaluación en dos partes, involucrando los tres primeros como un grupo y después los últimos cuatro atributos.

La propiedad de no redundancia se cumple si no hay dos atributos que representen el mismo aspecto. Por ejemplo, si se consideran el estilo de vida en términos de bienestar y el ingreso económico como indicador de calidad de vida, se tienen atributos redundantes dado que el estilo de vida depende de los ingresos.

Por último, el conjunto de atributos es mínimo si es imposible definir un conjunto de atributos más pequeño que represente el mismo problema. Esto implica que el número de atributos sea tan pequeño como sea posible. Por ejemplo, si el problema involucra atributos tales como generación de residuos, emisiones atmosféricas y descarga de aguas residuales, entonces tal vez puedan agruparse en un atributo más general denominado nivel de contaminación. Esta propiedad de conjunto mínimo reduce el esfuerzo requerido para coleccionar datos y cuantificar las preferencias de los participantes.

Aunque las propiedades anteriores pueden ser una guía para seleccionar los atributos de evaluación, no existen técnicas para determinarlos. El procedimiento para identificarlos debe ser un proceso iterativo que puede derivar en diversos resultados: 1) la eliminación de atributos redundantes; 2) la combinación de dos o más atributos, o 3) la descomposición de un atributo en varios para facilitar el proceso de medición.

El conjunto de atributos es específico para cada problema, y puede desarrollarse mediante una revisión de la literatura relevante, estudios analíticos (modelos de simulación) y opiniones del público. Un aspecto importante en la definición de atributos es la disponibilidad

y calidad de información. Técnicas tales como la de grupo nominal, Delphi, entrevistas, encuestas y audiencia pública pueden usarse para identificar el conjunto de atributos para un problema particular. Es conveniente combinar las técnicas de dinámica de grupo con lecturas en las mesas de trabajo para lograr un mayor entendimiento de las herramientas analíticas a emplear y facilitar la generación de atributos con sus preferencias y la interpretación de resultados.

c) Definir atributos y su escala de medición

Es importante que se establezca la definición de cada uno de los atributos de tal manera que todos los participantes tengan claridad de lo que representa cada atributo. Una vez definidos, se debe establecer para cada uno una escala de medición. Hay cuatro niveles básicos de medición: nominal, ordinal, intervalo y proporción. Técnicamente, la medición es el proceso de asignar números o símbolos con implicaciones cuantitativas a los atributos.

Ejemplo: Continuando con el ejemplo del sector acuacultura, la definición de los atributos identificados y su escala de medición se presenta en la Cuadro 1.

CUADRO 1. EJEMPLO DE DEFINICIÓN DE ATRIBUTOS Y ESCALA DE MEDICIÓN

Atributo	Definición	Escala
Suelo	Tipo de suelo (clasificación)	Categoría de suelo
Zonas inundables	Área cubierta con agua	Ha
Zonas con agua salobre	Superficie con agua salobre	Ha
Presencia de manglar	Superficie con vegetación de manglar	Ha
Cercanía a carreteras y caminos	Distancia a carreteras y caminos	m

2) Establecimiento de la jerarquía de atributos

Después de identificar los atributos, es preciso establecer la prioridad, dado que no todos tienen la misma importancia. Así, este paso consiste en que los participantes acomoden los atributos, definidos en el paso anterior, con base en el orden de importancia o preferencia. Para ello se pueden emplear los métodos de grupo nominal, Delphi y lluvia de ideas, así como los primeros pasos del Proceso Analítico Jerárquico, comparaciones pareadas y SMART. El producto de esta etapa es una lista con los atributos escritos en orden de preferencia.

Ejemplo: En la Cuadro 2 se presenta la jerarquía de los atributos definidos por el sector acuacultura. En otro ejemplo, los atributos identificados por el sector conservación pueden ser vegetación de selva baja caducifolia, vegetación de manglar, cercanía a carreteras, cercanía a zonas con uso agropecuario, lagunas y zonas inundables. Pero después de la jerarquización el orden de prioridad de los atributos queda así: 1 manglar, 2 zonas inundables, 3 lagunas, 4 selva baja caducifolia, 5 cercanía a carreteras y caminos y 6 distancia a uso agropecuario.

CUADRO 2. EJEMPLO DE LA JERARQUÍA DE ATRIBUTOS.

Atributo	Prioridad
Tipo de suelo	1
Presencia de manglar	2
Zonas con agua salobre	3
Cercanía a carreteras y caminos	4
Zonas inundables	5

3) Ponderación de atributos

Los problemas multicriterio típicamente involucran atributos de diferente importancia para los grupos de interés. Por lo tanto, es necesario tener información sobre la importancia relativa de cada atributo. Esto generalmente se logra asignando un peso a cada uno de ellos. El peso es el valor

asignado a un atributo de evaluación que indica su importancia relativa con respecto a los otros atributos.

Los pesos de importancia de los atributos reflejan los diferentes grados de importancia adheridos a estos rangos de variación. Es falso interpretar los pesos sólo como una medida general de la importancia del atributo de evaluación. El valor del peso depende del rango de valores del atributo, esto es, la diferencia entre el valor mínimo y máximo para un atributo dado. El peso de un atributo puede ponerse arbitrariamente grande o pequeño incrementando o decreciendo el rango. En general, mientras mayor sea el peso de un atributo, mayor es su importancia. En el caso de n atributos, un conjunto de pesos está definido por: $w=(w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n)$, $w_j \geq 0$, y $\sum w_j = 1$.

En la literatura sobre decisión multicriterio existen diferentes procedimientos para ponderar atributos con base en las preferencias de los participantes. Algunos de ellos son: grupo nominal, ordenación, proporción, comparaciones pareadas, proceso analítico jerárquico y SMART. Estos métodos varían en su grado de dificultad, supuestos teóricos y rigor. Se describen en el Apartado 3.02 de este Anexo.

4) Identificación de actividades incompatibles

Uno de los objetivos de un taller de participación pública diseñado en el marco del ordenamiento ecológico es identificar las actividades incompatibles entre sectores. El producto de esta fase es una matriz de interacciones. Primero se elabora una lista de los principales actores sociales, sectores o actividades humanas presentes en el área de ordenamiento. Después se realiza la matriz de interacciones colocando los elementos de la lista tanto en los renglones como en las columnas. Posteriormente en cada celda, se identifica el tipo de interacción entre pares de actores sociales, sectores o actividades.

Las interacciones se identifican como positivas si los actores sociales, sectores o actividades se juzgan como compatibles o que pueden coexistir sin conflicto en un mismo lugar. En este caso se coloca un “+” en la celda de intersección de los elementos compatibles. Por el contrario, las inte-

racciones son negativas si se consideran incompatibles, es decir, que no pueden coexistir en un mismo sitio o que generan un conflicto ambiental. En este caso se coloca un “-“ en la celda correspondiente. Esta matriz se utiliza posteriormente en el análisis de aptitud.

Ejemplo: En el caso del ordenamiento de la costa norte de Nayarit, los sectores involucrados fueron acuacultura, agropecuario, pesquero y conservación. Las interacciones identificadas entre los sectores se presentan en la Cuadro 3.

CUADRO 3. EJEMPLO DE MATRIZ DE INTERACCIONES ENTRE SECTORES

Sector	Acuacultura	Agropecuario	Pesquero	Conservación
Acuacultura		-	-	-
Agropecuario	-		-	-
Pesquero	-	-		-
Conservación	+	-	+	

5) Generación de mapas temáticos.

Después de establecer el conjunto de atributos de decisión, cada atributo debe ser representado como un mapa en una base de datos de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Estos mapas son referidos como mapas de atributos y representan la distribución espacial de un atributo. Estos se generan a partir de bases de datos que incluyen la distribución geográfica de los diferentes valores que adopta el atributo. El proceso para generar los mapas se basa en funciones de SIG que incluyen la entrada, almacenamiento, manipulación, análisis y elaboración de reportes de datos geográficos. Una vez que los datos relevantes se almacenan en una base de datos de un SIG, los datos son procesados y analizados para obtener información sobre un atributo particular.

El proceso puede empezar con un mapa base que muestra el área de estudio. En Cuadros se introducen los datos de los atributos y los valores que toma en diferentes puntos geográficos. Los mapas pueden generarse fácilmente usando operaciones fundamentales de SIG. Se asignan los valores de los atributos a las unidades geográficas. Por ejemplo, con la

operación de proximidad a caminos se puede generar un mapa de dicho atributo.

Los mapas de atributos constituyen el insumo para análisis de decisión multicriterio. Sin embargo, estos mapas no pueden ser comparados entre sí dado que los atributos son medidos en diferentes unidades y diferente escala. Puesto que la mayoría de las decisiones multicriterio requieren que los mapas de atributos sean comparables entre sí, los mapas de atributos deben estandarizarse antes de que puedan ser usados en análisis de decisión multicriterio. Una forma de generar mapas de atributos comparables es emplear la transformación lineal de escalas o las funciones de valor.

a) Transformación lineal de escalas

Los métodos de transformación lineal de escalas convierten los datos originales en valores estandarizados. Existen diferentes procedimientos para transformaciones lineales; los más comunes son el de máximo valor y el de rangos. El primero consiste en dividir cada dato original entre el valor máximo, esto es:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}} \quad (\text{A3-1})$$

Donde x'_{ij} es el valor estandarizado para el i-esimo objeto y el j-esimo atributo, x_{ij} es el valor original y x_j^{\max} es la calificación máxima para el atributo.

En el método de rangos se aplica la siguiente fórmula:

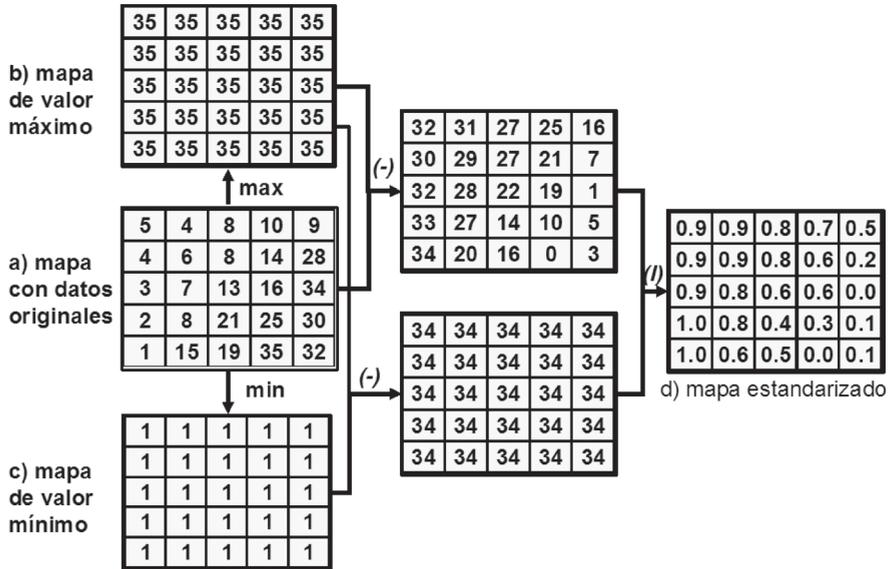
$$x'_{ij} = \frac{x_{\max} - x_{ij}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (\text{A3-2})$$

Donde x_{\min} es el valor mínimo para el j-ésimo atributo, $x_{\max} - x_{\min}$ es el rango de un atributo dado y los términos restantes son como se definieron previamente. Los valores estandarizados van de cero a uno.

En la Figura A3.3 se muestra un ejemplo para estandarizar un mapa de un atributo particular (pendiente) mediante el procedimiento de rangos. Como punto de partida se tienen los datos originales (a). Para aplicar la ecuación

(2) se genera el mapa del valor máximo (b), el mapa del valor mínimo (c) y se hacen las operaciones correspondientes. Como resultado se obtiene un mapa estandarizado donde los valores oscilan entre 0 y 1.

FIGURA A3.3.
CREACIÓN DE UN MAPA ESTANDARIZADO MEDIANTE LA TRANSFORMACIÓN LINEAL.



A 3.02 MÉTODOS PARA IDENTIFICACIÓN Y PONDERACIÓN DE ATRIBUTOS

Las técnicas que se presentan en esta sección permiten obtener información directa del público. Si se cuenta con los recursos adecuados y suficientes en el taller de planeación, con todos estos métodos se puede obtener la ponderación de atributos directamente en el taller. De cualquier forma, posteriormente se requiere que los resultados sean procesados para su integración, análisis y síntesis. En general, deben preferirse los métodos que tienen un respaldo teórico.

1) Proceso de grupo nominal

Esta técnica es útil para identificar y establecer la prioridad de los atributos. La audiencia se divide en grupos pequeños, por ejemplo, de seis a nueve participantes. Cada grupo tiene un líder que guía la discusión mediante una pregunta, formulada previamente, para conocer las inquietudes del público. Los pasos del método son:

a) Lluvia de ideas.

Los participantes deben escribir todos los atributos que puedan pensar.

b) Generación de más ideas.

Se invita a producir cualquier tipo de ideas, no sólo las más lógicas o naturales. Esto puede llevar a pensar en el problema de una manera no rígida o tradicional, y dar cabida a otras ideas que pueden ser productivas o creativas.

c) Elaboración y discusión de una lista de atributos.

Cada persona expone un atributo resumido que se anota en una lista. No se permite discusión alguna, ni se limita a los participantes en las ideas, pueden compartirse ideas de otros participantes. Todas las ideas, sin importar su aparente validez, se escriben en una lámina. Cuando nadie tenga una nueva aportación, se alfabetizan los atributos de la lista: A-Z, AA-ZZ. Se discute cada uno para que se entienda claramente su definición, su importancia o su debilidad.

d) Selección de atributos.

Se procede a la elección de los atributos preferidos. Cada persona elige los que considera más importantes. Se puede pedir que seleccionen un número específico, tal vez cinco u ocho y los escriban en una tarjeta; uno por tarjeta.

e) Ordenar los atributos.

Cada participante arregla sus tarjetas en orden de preferencia, la de mayor preferencia hasta arriba. Si se pidió que seleccionaran 8 atributos, deberán poner un “8” en la opción más favorecida y la numeración decrece según lo haga la preferencia. Después se hace el conteo de puntos. En una hoja que contenga todas las letras usadas en la lista de atributos se anotan los valores que lee cada participante. Por ejemplo: R-6, P-4, B-1, donde la letra indica qué atributo es y el número representa el valor que se le asignó. Al terminar, se suma la calificación de cada letra del alfabeto. El mayor puntaje puede ser mostrado como #1.

La lluvia de ideas es una técnica participativa simple y fácil de usar. La lluvia de ideas pretende resolver tres problemas: 1) la necesidad de un clima de seguridad psicológica para reforzar la creatividad, 2) la necesidad de suspender la evaluación para ser creativos y 3) la tendencia a enfocar los problemas de manera fija, limitada.

<p>Pasos a seguir para aplicar el método de grupo nominal para identificar y jerarquizar atributos</p>
--

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Formular la pregunta o las preguntas al público 2. Elaborar una lista con los atributos que aporten los participantes 3. Revisar cada uno de los atributos 4. Seleccionar los atributos preferidos y asignarles una puntuación 5. Sumar los puntos que obtuvo cada atributo y ordenarlos según su puntuación. |
|--|

Elementos a considerar para la selección y aplicación del método de grupo nominal

Ventajas:

Es un método fácil de aplicar, relativamente corto y se obtiene una jerarquía de atributos en el taller.

Desventajas:

No produce resultados rigurosos. No emplea métodos sistemáticos. Existe el riesgo de que el público se sienta “procesado” más que incluido. Generalmente existe la tendencia de dedicar mucho tiempo a la primera mitad de la lista y apresurarse con la segunda mitad.

2) Delphi

El método Delphi es un proceso diseñado para obtener consenso en pronósticos por un grupo de participantes con diferentes puntos de vista. En el caso específico del ordenamiento, se plantea su uso más que para hacer estimaciones, para llegar a acuerdos sobre, por ejemplo, la agenda ambiental, manejo de la bitácora ambiental o identificación y ponderación de atributos en mesas de trabajo. Dependiendo de la aplicación que se le vaya a dar, los panelistas pueden ser los miembros del Comité de Ordenamiento Ecológico.

En Delphi primero se selecciona al grupo de personas de las que se desea su opinión. Se elabora un cuestionario que se envía a cada participante de manera independiente, solicitando su participación. Por ejemplo, se puede preguntar cuáles son los temas que deban abordarse en la agenda. Cada panelista contesta y las respuestas se envían a un coordinador. Éste analiza e integra las respuestas tratando de unificar resultados. Los resultados se reenvían a los participantes solicitando esta vez que establezcan la prioridad de los temas. Nuevamente el coordinador recibe las respuestas y prepara un resumen estadístico que se distribuye a los participantes. En esta ocasión se les solicita una nueva estimación ahora que han visto su respuesta en las respuestas del grupo total. A los participantes cuyas respuestas difieren sustancialmente del resto del grupo se les solicita que expongan las razones de su respuesta. Las nuevas respuestas se resumen estadísticamente y se envían a los participantes, que hacen su estimación

final. Se elabora un resumen estadístico final.

Delphi puede combinarse con otras técnicas de participación pública. Puede dirigirse a un grupo pequeño o grande de participantes. En algunos casos, el cuestionario inicial se envía a un gran número de personas, y aunque pocos respondan, se recomienda que el primer resumen de resultados sea enviado de nueva cuenta a toda la gente, aún cuando no hubieran respondido, de esta forma poco a poco se va incrementando la participación.

Pasos a seguir para aplicar el método Delphi para identificar atributos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Formular la pregunta o las preguntas y distribuir las entre los participantes 2. Los participantes elaboran su respuesta y la envían al coordinador 3. Revisar e integrar las respuestas y regresarlas a los participantes 4. Hacer otras rondas para buscar el consenso en las respuestas
Elementos a considerar para la selección y aplicación del método Delphi
<p>Ventajas: Es un método fácil de aplicar. Puede utilizarse en diferentes etapas del proceso de ordenamiento. Es efectivo en la búsqueda de consenso entre grupos de expertos. Minimiza las desventajas de las dinámicas de grupos tales como la dominancia de una personalidad.</p> <p>Desventajas: El proceso de envío de cuestionarios y resultados puede requerir tiempo. El público puede no estar dispuesto a aceptar los resultados de un panel de expertos.</p>

3) Método de clasificación.

Un método simple para evaluar la importancia de los pesos es arreglarlos en orden de preferencia. Se puede hacer de manera directa o inversa. En el primer caso, se asigna el número 1 al atributo más importante, mientras que en el segundo, el valor menos importante tiene un valor de 1. Después de establecer el orden de los atributos se pueden realizar varios

procedimientos para generar pesos numéricos; los más comunes son: suma y recíproco.

El método de suma consiste en sumar los pesos de los atributos, los cuales se calculan de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$w_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum (n - r_k + 1)} \quad (\text{A3-3})$$

donde w_j es el peso normalizado para el j -ésimo atributo, n es el número de atributos bajo consideración ($k=1,2,\dots,n$), y r es la posición que ocupa el atributo en la lista ordenada. Cada atributo es pesado con $n-r+1$ y el valor se normaliza dividiéndolo entre la suma de los pesos.

Ejemplo: Consideremos un caso de ordenamiento donde un sector considera cinco atributos: tipo de suelo, zonas inundables, agua salobre, manglar y cercanía a carreteras y caminos (Figura A3.4). Primero se ordenan los atributos según la preferencia (columna C). Después se calcula $n-r+1$ (columna E). Finalmente, se normaliza dividiendo cada uno de los pesos entre el peso total (columna G).

FIGURA A3.4. CÁLCULO DE PESOS MEDIANTE LA SUMA, MÉTODO DE CLASIFICACIÓN.

No.	Criterio	Orden de criterios	Peso ($n-r_j+1$)	Peso normalizado ($\text{peso}/\text{peso total}$)
			$\{5-C5+1\}^*$	$(E5/E15)^*$
1	Tipo de suelo	1	5	0.333
2	Zonas inundables	5	1	0.067
3	Agua salobre	3	3	0.200
4	Manglar	2	4	0.267
5	Cercanía a caminos	4	2	0.133
			15	1.000
	n=5	rj	peso total	
* fórmula para obtener el primer valor de la columna				

En el método de recíprocos, los pesos se derivan de los recíprocos normalizados de los atributos, con la siguiente fórmula:

$$w_j = \frac{1/r_j}{\sum (1/r_k)} \tag{A3-4}$$

donde w_j es el peso normalizado para el j -ésimo atributo, k es el número de atributos bajo consideración ($k=1,2,\dots,n$), y r es la posición que ocupa el atributo en la lista ordenada.

Ejemplo. En la figura A3.5 se presenta el método de recíprocos considerando los mismos atributos que en el caso anterior. Primero se establece el orden o peso de los atributos (columna C), luego se obtiene el recíproco de cada peso (columna E). Finalmente se calcula el peso normalizado, dividiendo el valor de cada atributo entre el peso total (columna G).

FIGURA A3.5. CÁLCULO DE PESOS MEDIANTE EL RECÍPROCO, MÉTODO DE CLASIFICACIÓN.

No.	Criterio	Orden de criterios (r_j)	Peso recíproco ($1/r_j$)	Peso normalizado ($\text{peso}/\text{peso total}$)
			$=1/C5 *$	$=E5/\$E\$10 *$
1	Tipo de suelo	1	1.000	0.438
2	Zonas inundables	5	0.200	0.088
3	Agua salobre	3	0.333	0.146
4	Manglar	2	0.500	0.219
5	Cercanía a caminos	4	0.250	0.109
			2.283	1.000
	$n=5$		<i>peso total</i>	
	* fórmula para obtener el primer valor de la columna			

Este método es atractivo debido a su simplicidad. Su utilidad práctica está limitada por el número de atributos a ordenar. En general, mientras mayor sea el número de atributos usados, el método es menos apropiado. La técnica

puede usarse como técnica de aproximación de pesos, pero se debe tener cuidado al interpretar los resultados en términos del grado de preferencia. El valor del peso depende del rango de los valores del atributo. El peso de un atributo puede ponerse arbitrariamente grande o pequeño incrementando o disminuyendo el rango. Este método es criticado por la falta de un fundamento teórico.

Pasos a seguir para aplicar el método de clasificación para ponderar atributos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ordenar los atributos según el orden de preferencia 2. Asignar valores de 0 y 1 a los atributos de los extremos 3. Establecer el orden para el resto de los atributos
Elementos a considerar para la selección y aplicación del método de clasificación
<p>Ventajas: Es un método fácil de aplicar</p> <p>Desventajas: Se puede ordenar un número limitado de atributos. Carece de fundamento teórico</p>

4) Método de proporción

En el método de proporción los participantes estiman pesos con base en una escala predeterminada. Por ejemplo, una escala de 0 a 100. Uno de los métodos más simples para hacerlo es el de punto de localización. Este método consiste en que los participantes repartan 100 puntos entre los atributos de interés. Específicamente, se trata de asignar puntos, de 0 a 100, donde 0 indica que el atributo puede ser ignorado y 100 representa la situación donde sólo se necesita considerar un atributo para una decisión dada. Mientras más puntos reciba un atributo, su importancia relativa es mayor.

Ejemplo: Si se tienen los atributos de a) pendiente, b) suelo, c) disponibilidad de agua y d) paisaje, habrá que repartir 100 puntos. Un modo de

hacerlo podría ser a) 20, b) 40, c) 25, d) 15, por tanto, los pesos de cada atributo serían: a)0.2 b)0.4 c)0.25 y d)0.15.

Una alternativa al método de punto de localización es un procedimiento de estimación de proporción. Primero se asigna una calificación de 100 al atributo más importante. Después se asignan pesos proporcionalmente menores a los atributos de menor orden de importancia, hasta llegar al atributo menos importante. La calificación asignada al atributo menos importante se toma como punto de partida para calcular las proporciones. Para hacerlo, este valor se divide entre la calificación de cada atributo. Esto es igual a w/w^* , donde w^* es la calificación menor y w es la calificación para el atributo j -ésimo. Este procedimiento se repite para el siguiente atributo más importante hasta que se asignan pesos a todos los atributos. Finalmente, los pesos se normalizan dividiendo cada uno entre el total.

Ejemplo: En un caso en el que los atributos son tipo de suelo, zonas inundables, agua salobre, manglar y cercanía a caminos (Figura A3.6). Lo primero que debe hacerse es definir el atributo más importante y asignarle un valor de 100. Después se asignan valores consecutivamente más bajos al resto de los atributos, conforme descienda su importancia (celdas B5 a B8). Posteriormente se divide el valor de cada atributo entre el valor más bajo, en este ejemplo representado por B:5 (columna D). Finalmente los valores se normalizan dividiendo el peso proporcional de cada atributo entre el peso total (columna F).

FIGURA A3.6 CÁLCULO DE PESOS MEDIANTE EL MÉTODO DE PROPORCIÓN

	A	B	C	D	E	F	G
1	Criterio	Escala de		Peso		Peso normalizado	
2		proporción		proporcional		(<i>peso/peso total</i>)	
3				(B4/B5)*		(D4/D9)*	
4	Tipo de suelo	100		10		0.385	
5	Zonas inundables	10		1		0.038	
6	Agua salobre	50		5		0.192	
7	Manglar	25		2.5		0.096	
8	Cercanía a caminos	75		7.5		0.288	
9				26		1.000	
10							
11	* fórmula para obtener el primer valor de la columna						
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							

Pasos a seguir para aplicar el método de proporción para ponderar atributos

1. Asignar un valor de 100 al atributo más importante y valores menores a los atributos menos importantes.
2. Obtener el peso de cada atributo dividiendo el valor del atributo menos importante entre el valor de cada uno de los atributos
3. Normalizar los pesos dividiéndolos entre el peso total

Elementos a considerar para la selección y aplicación del método de proporción

Ventajas:

Es un método fácil de aplicar

Desventajas:

Se puede ordenar un número limitado de atributos. Carece de teoría y fundamentos formales. Puede ser difícil justificar el peso asignado a los atributos. No se tiene una idea clara de la distancia entre dos atributos.

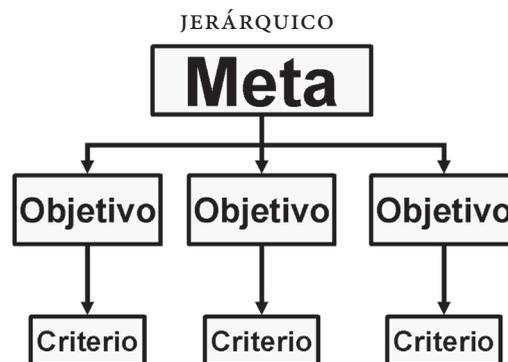
5) Proceso Analítico Jerárquico.

El Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) se basa en tres principios: descomposición, juicios comparativos y síntesis de prioridades. El principio de descomposición consiste en que el problema de decisión sea descompuesto en una jerarquía que capte los elementos esenciales del problema. El principio de juicios comparativos requiere evaluación de comparaciones pareadas de los elementos dentro de un nivel dado de la estructura jerárquica, con respecto a sus antecesores en el nivel superior siguiente. El principio de síntesis construye un conjunto global de prioridades para los elementos en el nivel más bajo de la jerarquía (atributos). Bajo estos principios, el procedimiento PAJ involucra los siguientes pasos: a) definir la jerarquía y b) realizar comparaciones pareadas de los elementos.

a) Definir la jerarquía

El primer paso es establecer la jerarquía de los elementos más importantes del problema. En el nivel superior de la jerarquía se coloca la meta que se pretende lograr y a partir de este nivel, la jerarquía desciende de lo general a lo particular, hasta que se alcanza el nivel de atributos. Cada nivel debe vincularse al nivel superior siguiente. La estructura jerárquica consiste de diferentes niveles, que pueden ser: meta, objetivos y criterios o atributos (Figura A3.7), pero la estructura puede variar, con diferentes combinaciones que pueden incluir escenarios, subobjetivos, grupos de interés.

FIGURA A3.7. ESTRUCTURA JERÁRQUICA PARA EL PROCESO ANALÍTICO



CUADRO 4. ESCALA PARA VALORAR LAS PREFERENCIAS DE LOS ATRIBUTOS

Intensidad de importancia	Definición
1	Igual importancia
2	Importancia igual a moderada
3	Importancia moderada
4	Importancia moderada a fuerte
5	Importancia fuerte
6	Importancia fuerte a muy fuerte
7	Importancia muy fuerte
8	Importancia fuerte a extremadamente fuerte
9	Importancia extrema

Durante el llenado de la matriz debe considerarse que la matriz es recíproca. Esto implica que si el atributo A es cuatro veces preferido que el atributo B, podemos concluir que el atributo B es preferido solo una cuarta parte del atributo A. Así, si el atributo A recibe una calificación de 4 relativa al atributo B, el atributo B debe recibir una calificación de $\frac{1}{4}$ cuando se compara con el atributo A ($B-A=\frac{1}{4}$). Se aplica esta lógica para completar el lado inferior izquierdo de la matriz. Para llenar las celdas de la diagonal se observa que cuando se compara cualquier atributo consigo mismo la escala de evaluación debe ser 1, que representa un atributo igualmente preferido. Se coloca 1 en la diagonal principal de la matriz.

Ejemplo: En un caso de ordenamiento, los atributos son: especies endémicas (A), estado de conservación (B) y riqueza de especies (C). Se crea la matriz de comparaciones, como se muestra en la Figura 9.

Posteriormente se evalúan los pares de atributos que en este caso son A-B, A-C y B-C, con la escala de 1 a 9 (Cuadro 4). Si al comparar el atributo A con B y con C, resulta que la preferencia de A sobre B se ubica entre moderada y fuerte, y la preferencia sobre B es muy fuerte, entonces se asignan valores de 4 y 7 en las celdas correspondientes. De la misma manera, si al comparar B-C, si B es fuertemente preferido sobre C, se asigna un 5. Para llenar el resto de las celdas, se asigna un valor de uno a las celdas de la diagonal y los recíprocos de

A-B, A-C y B-C en las celdas B-A, C-A y C-B, como se muestra en la Figura A3.9.

FIGURA A3.9. MATRIZ DE COMPARACIONES PAREADAS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Llenado de la matriz de comparaciones pareadas								
2									
3	Criterio	A	B	C					
4	A	1	4	7					
5	B	1/4	1	5					
6	C	1/7	1/5	1					
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

- Cálculo de los pesos de los atributos

Para calcular los pesos se realizan las siguientes operaciones: i) suma de valores en cada columna de la matriz comparaciones pareadas, ii) división de cada elemento de la matriz entre el total de su columna. Este resultado es referido como la “matriz normalizada de comparaciones pareadas”, y iii) cálculo del promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada. Esto es, dividir la suma de las calificaciones normalizadas de cada renglón entre el número de atributos. Estos promedios proveen una estimación de los pesos relativos del atributo comparado. Usando este método, los pesos son interpretados como el promedio de todas las maneras posibles de comparar el atributo.

Ejemplo: Al emplear una hoja de cálculo para obtener los pesos de la matriz del ejemplo anterior, tenemos los resultados que se muestran en la Figura A3.10.

FIGURA A3.10. CÁLCULO DE PESOS DE LOS ATRIBUTOS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	b) Cálculo de los pesos en la matriz de comparaciones pareadas														
2															
3															
4		i) suma de valores				ii) matriz normalizada				iii) promedio					
5	Criterio	A	B	C		A	B	C						Peso	
6						=B7/B10	=D7/D10	=F7/F10						=(H7+J7+L7)/3	
7	A	1.00	4.00	7		0.718	0.769	0.538						0.675	
8	B	0.25	1.00	5		0.179	0.192	0.385						0.252	
9	C	0.14	0.20	1		0.103	0.038	0.077						0.073	
10	Sumas	1.39	5.20	13		1.0	1.0	1.0						1.000	
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															

- Estimación de la consistencia

En este paso se analiza si las comparaciones son consistentes. Para ello se debe:

- Determinar el vector de la suma ponderada.

El vector se obtiene multiplicando el peso del primer atributo por la primera columna de la matriz de comparaciones pareadas, el peso del segundo atributo por la segunda columna y el peso del tercer atributo por la tercera columna de la matriz original. Finalmente, se suman estos valores sobre los renglones.

- Determinar el vector de consistencia.

Se divide el vector de la suma de pesos entre los pesos de los atributos determinados previamente.

- Calcular el índice de consistencia (IC).

Para calcular IC debe obtenerse primero el valor de Lambda (λ) que es el promedio del vector de consistencia. El cálculo de este índice se basa en la observación de que λ es siempre mayor o igual al número de atributos bajo consideración (n) para matrices positivas y recíprocas y $\lambda = n$ si la matriz de comparaciones pareadas es consistente. Consecuentemente, $\lambda - n$ puede considerarse una medida del grado de inconsistencia. Esta medida puede ser normalizada como sigue:

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

donde IC es el índice de consistencia. Este índice provee una medida de la consistencia. Ahora se debe calcular la proporción de consistencia PC, mediante la siguiente ecuación:

$$PC = \frac{IC}{IA}$$

donde IA es el índice de azar, esto es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada aleatoriamente. Este índice se muestra en la Cuadro 5. Se puede ver que IA depende del número de elementos que son comparados. Un valor de $PC < 0.10$ indica un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas; $PC > 0.10$, indica inconsistencia en los juicios.

CUADRO 5. INDICES DE INCONSISTENCIA ALEATORIA PARA $N=1,2,\dots,15$

N	RI	n	RI	n	RI
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

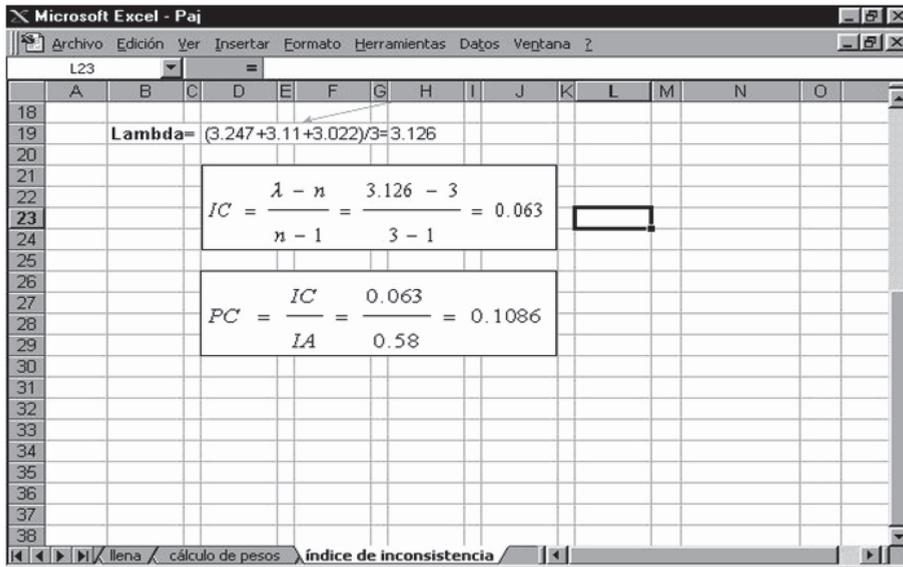
Ejemplo: Al continuar con el ejercicio que se ha venido trabajando, los vectores de la suma ponderada y de consistencia quedan como se muestra en la Figura A3.11.

FIGURA A3.11. CÁLCULO DEL VECTOR DE CONSISTENCIA

c) Cálculo del índice de inconsistencia								
	i) suma de valores			ii) matriz normalizada			iii) promedio	
Criterio	A	B	C	A	B	C	Peso	
				$=B6/B9$	$D6/D9$	$F6/F9$	$(H6+J6+L6)/3$	
A	1.00	4.00	7	0.718	0.769	0.538	0.675	
B	0.25	1.00	5	0.179	0.192	0.385	0.252	
C	0.14	0.20	1	0.103	0.038	0.077	0.073	
	1.39	5.20	13	1.0	1.0	1.0	1.000	
Criterio	Vector de la suma ponderada			Vector de consistencia				
							$=J14/N6$	
A	$(0.675*1) + (0.252*4) + (0.073*7) =$			2.192	$2.192/0.675 =$	3.247		
B	$(0.675*0.25) + (0.252*1) + (0.073*5) =$			0.784	$0.784/0.252 =$	3.110		
C	$(0.675*0.14) + (0.252*0.20) + (0.073*1) =$			0.220	$0.220/0.073 =$	3.022		
	Lambda= $(3.247+3.11+3.022)/3 =$			3.126				

Por último, la proporción de consistencia queda definida como se muestra en la Figura A3.12. El valor obtenido de PC (0.1086) señala inconsistencia en los juicios. En este caso, se debe reconsiderar y revisar los valores originales en la matriz de comparaciones pareadas y repetir el procedimiento. Al revisar la matriz se puede ver que una manera de mejorar la consistencia de las comparaciones pareadas es hacer ligeros cambios en la importancia del atributo B con respecto al atributo C. Por ejemplo, si se asigna un 4 en la intersección de los atributos B-C (dispuestos en renglón-columna, respectivamente) en lugar del 5 que originalmente se había colocado, se estaría indicando una preferencia de moderada a fuerte. Al realizar los cálculos se obtiene una proporción de consistencia de 0.073. Este valor indica un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas. El cambio introducido produce cambios en los pesos de los atributos. La significancia o no de esas diferencias dependerá del nivel de cambio en la valoración de las preferencias.

FIGURA A.12. CÁLCULO DE LA PROPORCIÓN DE CONSISTENCIA



El método de comparaciones pareadas puede ser criticado por su respuesta a las preguntas principales. Las preguntas simplemente son sobre la importancia relativa del atributo de evaluación sin referencia a las escalas con las que se miden los atributos. Esto puede significar que las preguntas sean interpretadas de diferente manera o erróneamente que el tomador de decisión. Una ventaja del método de comparaciones pareadas es que sólo se consideran dos atributos a la vez. Si se comparan muchos atributos, el método se hace muy largo. Con n atributos se tienen $n(n-1)/2$ comparaciones. Un caso con 10 atributos de evaluación requiere 45 comparaciones pareadas. Este método se puede ejecutar en hojas de cálculo y en software, dentro de los cuales Expert choice es el más popular.

El procedimiento debe realizarse para el nivel de objetivos, el nivel de atributos y el de alternativas. Cada vez, las comparaciones pareadas podrían generarse para estimar la importancia relativa de cada elemento en un nivel particular con respecto a los componentes del nivel superior. Una de las suposiciones fundamentales del PAJ es que los participantes son inconsistentes en sus valores y juicios relativos a los atributos de decisión y alternativas. El PAJ emplea una medida de esta inconsistencia la cual puede ayudar al tomador de decisiones a aprender más sobre el problema en cuestión y sobre su propio

sesgo e inconsistencias. Hay que notar que el procedimiento de comparaciones pareadas sólo puede emplearse con un número relativamente pequeño de elementos en cada nivel de la jerarquía. Por tanto, sólo se puede aplicar a problemas que involucren un número relativamente pequeño de atributos. En general, es aceptado que el cerebro humano puede comparar 7 ± 2 elementos, es decir, una comparación consistente involucra entre 5 y 9 elementos.

Cuando se considera un número grande, el PAJ se termina en el nivel de atributo y sus pesos se asignan al mapa-capa de atributos y es procesado en el ambiente de SIG. Este enfoque es referido como “PAJ espacial”

Pasos a seguir para aplicar el método de proceso analítico jerárquico

1. Definir la jerarquía de los atributos más importantes del problema.
2. Realizar comparaciones pareadas de los elementos de decisión, valorar la preferencia entre cada par de atributos, utilizando una escala de 1 a 9 y llenar la matriz asumiendo que es recíproca
 - desarrollar una matriz de comparación en cada nivel de la jerarquía,
3. Cálculo de los pesos de los atributos
 - Sumar los valores de cada columna de la matriz
 - Generar la matriz normalizada, dividiendo cada elemento de la matriz entre el total de su columna.
 - Calcular el promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada.
 - Estimar la proporción de consistencia
4. Determinar la consistencia
 - determinar el vector de la suma ponderada, multiplicar el peso del primer atributo por la primera columna de la matriz, el peso del segundo atributo por la segunda columna y así, sucesivamente.
 - sumar los renglones
 - dividir el vector de la suma de pesos entre los pesos de los atributos determinados previamente
 - calcular el valor de lambda promediando el vector de consistencia
 - calcular el índice de consistencia

Elementos a considerar para la selección y aplicación del proceso analítico jerárquico

Ventajas:

Reduce la complejidad conceptual de toma de decisiones al trabajar con dos componentes a la vez.

Toma en cuenta la inconsistencia inherente a los juicios de los participantes. Se puede ejecutar en hoja de cálculo o en software específico

Desventajas:

Sólo puede emplearse con un número relativamente pequeño de elementos en cada nivel de la jerarquía.

6) SMART

Esta técnica se denomina SMART por las siglas de su nombre en inglés (Simple Multi-Attribute Rating Technique). Se ha utilizado ampliamente debido a la simplicidad de las respuestas requeridas de los participantes y la manera en que las respuestas son analizadas. El principal papel en el análisis es permitir un mayor entendimiento del problema. Dado que el análisis es transparente, se facilita la aceptación de los resultados. El costo de su simplicidad es que el método no captura todos los detalles y complejidades del problema real. Además, considera la incertidumbre. El método produce resultados relativamente rápido.

El método original está diseñado para situaciones donde se reconoce que existe cierto número de alternativas posibles, y se evalúa cada una. En el caso de ordenamiento esto no es posible, ya que el número de alternativas posibles es muy grande. Por tanto, los pasos que a continuación se mencionan representan una adaptación para aplicar SMART en ordenamiento ecológico, específicamente para ponderar atributos.

a) Identificación de atributos

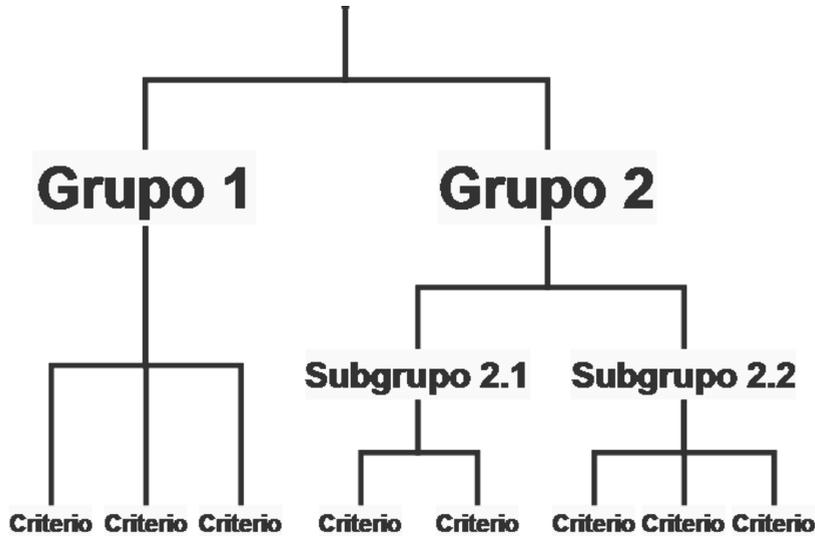
Primero se identifican los atributos relevantes del problema, con base en lo expuesto en el Anexo 3. Los atributos deben cumplir con las pro-

piedades señaladas en ese anexo (comprensible, medible, completo, operacional, descomponible, no redundante y mínimo).

b) Generar un árbol de valores

Una vez identificados, se puede generar un árbol de valores (Figura A3.13) donde los atributos pueden dividirse en grupos y subgrupos. Los atributos iniciales pueden necesitar diferente número de subdivisiones; lo importante es que los del último nivel puedan ser evaluados numéricamente.

FIGURA A3.13. ÁRBOL DE VALORES DE LOS ATRIBUTOS SELECCIONADOS



c) Asignación de pesos

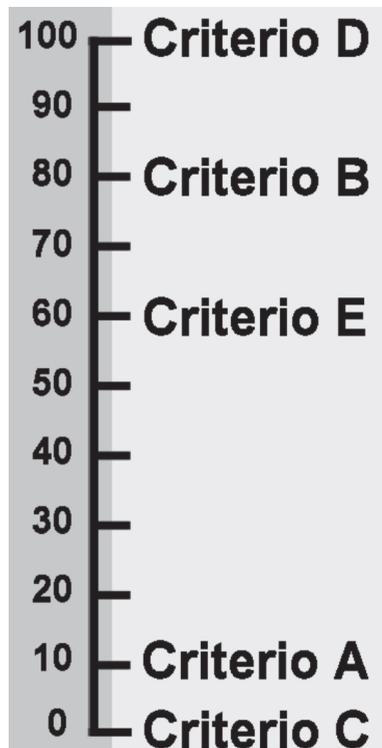
- Clasificación directa

De los atributos establecidos, se selecciona cuál es el más preferido y se le asigna un peso de cien. En contra parte, al menos preferido se le asigna un cero. Se puede usar cualquier par de números, siempre que el mayor se asigne a la opción más preferida. Sin embargo, el uso de 0

y 100 hace que las valoraciones siguientes sean más fáciles y simplifica la aritmética.

La clasificación se facilita si se realiza sobre una escala gráfica, como la que se muestra en la Figura A3.14. Así, se forma una escala de 0 a 100, donde los extremos están ocupados, respectivamente, por las variables menos y más preferidas. Ahora se ubican en esta escala las alternativas restantes, de tal manera que el espacio entre las alternativas represente su grado de preferencia.

FIGURA A3.14. CLASIFICACIÓN DE ATRIBUTOS EN UNA ESCALA GRÁFICA



Posteriormente se debe verificar si los resultados son consistentes con las preferencias de los participantes. Para hacerlo, se revisa tanto el orden de las variables como la distancia entre ellas. Tomando la Figura 14 como ejemplo, en la revisión se deben hacer preguntas para confirmar si la preferencia del atributo *D* sobre el *B* es la misma que la del atributo *B* sobre el *E*; si la preferencia del

atributo A es sólo ligeramente superior que la del atributo C; si la distancia entre cada par de atributos corresponde realmente a su nivel de preferencia.

- Cambio de pesos

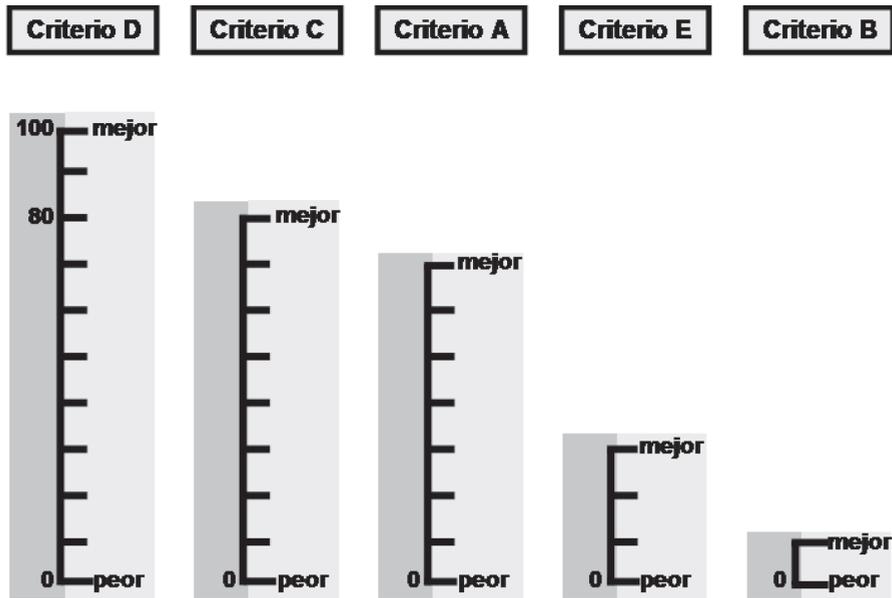
Para calcular el peso de los atributos se debe tomar en cuenta el rango entre las opciones menos y más preferidas de cada atributo. Los participantes deben comparar qué tan importante es un cambio desde el nivel menos preferido al nivel más preferido de cada atributo. Si no hay mucha diferencia entre la opción menos y más preferida de un atributo, entonces probablemente se trate de un atributo sin importancia para la decisión.

El enfoque más simple es considerar inicialmente el peor nivel de todos los atributos. Se pide a los participantes que imaginen a los atributos en sus peores condiciones. Entonces se pregunta: si pudiera cambiar sólo uno de estos atributos a su mejor nivel ¿cuál cambiaría? Los participantes seleccionan uno. Después de ubicar este atributo como el más importante, se plantea una pregunta similar: de los atributos que quedan, cuál seleccionarías para llevarlo a sus mejores condiciones? Y se repite la pregunta con el resto de los atributos. De este proceso se obtiene una lista jerarquizada de atributos, sin pesos.

Al atributo de mayor jerarquía se le atribuye un peso de 100. Para calcular el peso del segundo atributo se pide a los participantes que comparen un cambio desde su nivel más bajo al más alto, con respecto a un cambio desde el peor al mejor nivel del atributo de mayor jerarquía. Así se determina qué tan importante es la mejoría del segundo atributo con respecto al primero. Siguiendo con el ejemplo, si los participantes consideran que los cambios en el atributo C son 80% tan importantes como los cambios en el atributo D, se asigna un peso de 80 al atributo C. Se repite el procedimiento para el resto de los atributos de los niveles inferiores. En la Figura A3.15 se presenta de manera gráfica la derivación de pesos para el ejemplo de cinco atributos, suponiendo que los atributos C, A, E y B se ubicaran respectivamente en porcentajes de 80, 70, 30 y 10.

Posteriormente, se suman los pesos obtenidos, se normalizan y se obtiene un peso estandarizado, como se muestra en la Cuadro 6.

FIGURA A3.15. DERIVACIÓN DE PESOS DE LOS ATRIBUTOS



CUADRO 6. CÁLCULO DE PESOS DE ATRIBUTOS

Atributo	Peso original	Peso normalizado
D	100	0.34
C	80	0.28
A	70	0.24
E	30	0.10
B	10	0.03
	290	1

Pasos a seguir para aplicar el método SMART	
1.	Identificar los atributos relevantes del problema de decisión.
2.	Elaborar un árbol de valores
3.	Determinar un peso para cada atributo.

Elementos a considerar para la selección y aplicación de SMART
<p>Para aplicar el modelo se asume independencia mutua de preferencias entre los atributos. Otros supuestos son:</p> <p>Decisión.- Se asume que quien decide es capaz de establecer cuál de dos opciones prefiere.</p> <p>Transitividad.- Si se prefiere la opción A sobre la B, y la B sobre la C, implica que A es más preferida que C</p> <p>Suma.- Implica que si se prefiere A sobre B y B sobre C, la fuerza de la preferencia de A a C debe ser mayor que la fuerza de preferencia de A sobre B, o B sobre C.</p> <p>Ventajas: El análisis transparente facilita la aceptación de los resultados.</p> <p>Desventajas: El método no captura todos los detalles y complejidades del problema real. No considera la incertidumbre</p>

Ejercicio de SMART

En el Ordenamiento Ecológico Costero de la Costa de Norte de Nayarit los atributos identificados por el sector conservación fueron: cercanía a carreteras y caminos, distancia a uso agropecuario, lagunas, manglar, selva baja caducifolia y matorral y zonas inundables. Se elabora el árbol de valores, como en la Figura A3.16. Con la clasificación directa se genera la jerarquización que se ilustra en la Figura A3.17.

FIGURA A3.16. ÁRBOL DE VALORES PARA EL SECTOR CONSERVACIÓN

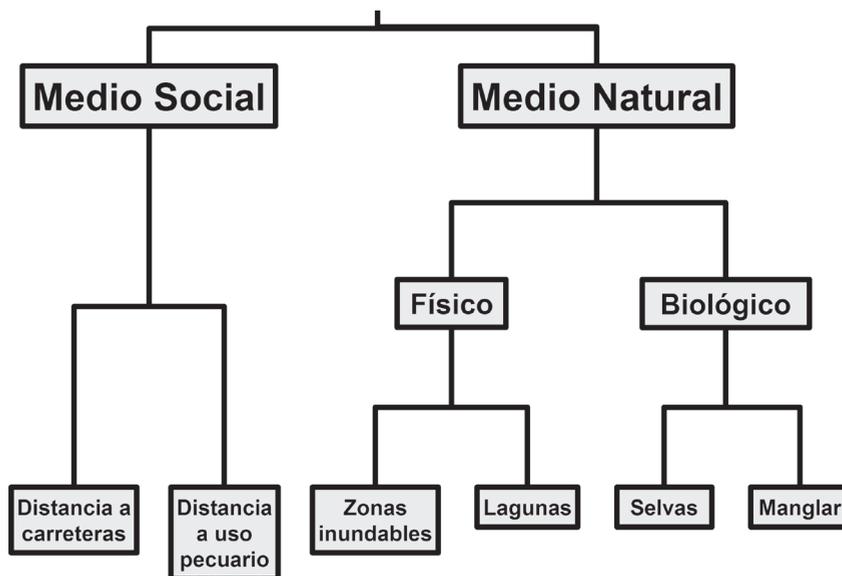
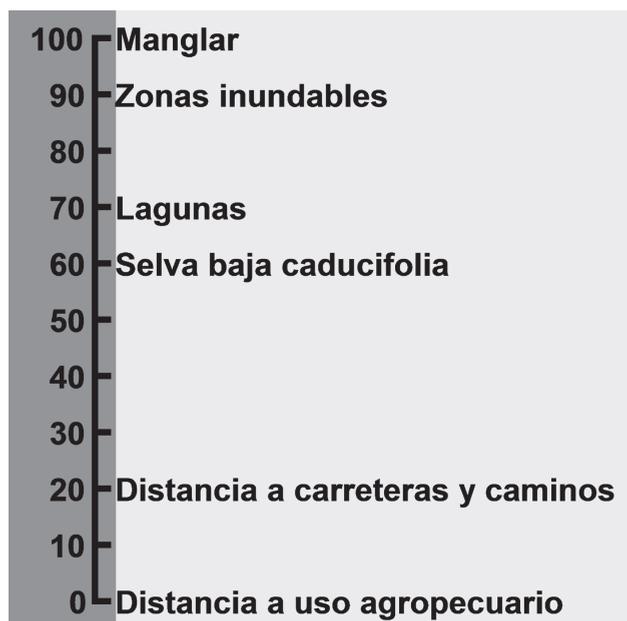


FIGURA A3.17. JERARQUIZACIÓN DE ATRIBUTOS MEDIANTE CLASIFICACIÓN DIRECTA



Posteriormente se derivan los pesos considerando el porcentaje. Para ello se imagina las peores condiciones: proximidad a carreteras y a zonas con uso agropecuario, manglar y selva perturbados, zonas inundables en proceso de desaparecer. Considerando todos los atributos en sus peores situaciones, se debe decidir cuál cambiaríamos si pudiéramos cambiar uno y llevarlo a su mejor condición. Siendo consistentes con la jerarquización anterior, se seleccionaría el manglar. Después se razona qué porcentaje de este cambio representa cambiar el resto de los atributos. Un posible resultado es: zonas inundables 80%, lagunas 70%, selva 50%, distancia a carreteras 20% y a uso agropecuario 10%. Con estos datos se obtienen los valores normalizados que se muestran en la Cuadro 7.

CUADRO 7. VALORES NORMALIZADOS DE LOS PESOS DE LOS ATRIBUTOS

Criterio	Peso original	Peso normalizado
D	100	0,34
C	80	0,28
A	70	0,24
E	30	0,10
B	10	0,03
	290	1

GLOSARIO

Actividades compatibles.- Aquellas que pueden concurrir en el espacio sin afectarse unas a otras

Actividades incompatibles. Aquellas que se presentan cuando un sector disminuye la capacidad de otro para aprovechar los recursos naturales, mantener los bienes y los servicios ambientales, proteger los ecosistemas y la biodiversidad de un área determinada.

Análisis de aptitud.- Procedimiento que involucra la selección de alternativas de uso del territorio entre los que se incluyen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y los servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, a partir de los atributos ambientales en el área de estudio

Análisis de decisión. Conjunto de procedimientos sistemáticos para el análisis de problemas de decisión complejos. La estrategia básica consiste en dividir el problema en partes pequeñas, analizar cada parte e integrarlas después para obtener la solución.

Análisis de decisión multiatributo. Conjunto de procedimientos para el análisis de problemas de decisión complejos que implican la evaluación de alternativas de decisión con base en atributos inconmensurables y conflictivos.

Análisis de sensibilidad. Procedimiento sistemático para identificar los efectos debidos a cambios pequeños en los datos de entrada (datos geográficos o preferencias de los tomadores de decisiones) sobre los resultados (selección de alternativas).

Atributos. Propiedades de los elementos de un sistema real. Es una cantidad o calidad medible de una entidad o una relación entre las entidades.

Conflicto ambiental. Disputa intersectorial por la concurrencia de actividades incompatibles (objetivos conflictivos) en un área determinada.

Consistencia.- Cualidad de ser sólido, estable, seguro y sin contradicciones.

Atributo. Término genérico que incluye tanto a los atributos como a los objetivos; son los elementos por medio de los cuales se evalúan las alternativas en un problema de decisión.

Decisión. Selección entre alternativas.

Estandarización.- Procedimiento para convertir a una misma escala Variables incomparables, tanto cualitativas como cuantitativas, para realizar operaciones matemáticas.

Etapas de caracterización.- Primera etapa de los estudios técnicos para desarrollar programas de ordenamiento. Incluye la identificación de actividades y conflictos sectoriales mediante procesos de participación pública

Facilitador.- Persona con capacidad de dirigir trabajo en grupos y negociaciones entre partes en conflicto.

Grupos de interés.- Conjunto de personas físicas o morales con un objetivo común en relación al uso o aprovechamiento de los recursos naturales

Interacción competitiva.- Relaciones que crean conflictos entre los sectores implicados

Interacción complementaria.- Relación que prevalece cuando los sectores desarrollan sus actividades sin afectarse mutuamente. Las actividades de un sector no limitan otros sectores.

Jerarquía de atributos.- Atributos organizados en una escala de acuerdo con su nivel de preferencia o importancia

Meta. Valor establecido a priori o nivel de aspiración.

Normalizar.- Estandarización de datos

Objetivo. Enunciado o expresión acerca del estado deseable del sistema en consideración; indica la dirección de cambio de uno o más atributos

Objetivo sectorial. Es un interés particular de personas, organizaciones o instituciones con respecto al uso del territorio, entre los que se incluyen, de manera general, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y los servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.

Objetivos complementarios (compatibles). Aquellos que pueden concurrir en el espacio sin afectar unos a otros el valor de los atributos ambientales que los condicionan.

Objetivos conflictivos (incompatibles). Aquellos que se presentan cuando un sector disminuye la capacidad de otro para aprovechar los recursos naturales, mantener los bienes y los servicios ambientales o proteger los ecosistemas y la biodiversidad de un área determinada.

Participantes.- Personas físicas o no, agrupadas o no que intervienen en el proceso de participación pública

Proceso de toma de decisiones (Decisión making). Abarca desde la definición de un problema y su contexto, hasta la identificación de las alternativas de decisión, su evaluación, comparación y selección.

Público.- Conjunto de personas vasto y heterogéneo, conformado en grupos de interés, organizados o no. Incluye a la sociedad civil y a los sectores académicos y científicos.

Sector. Conjunto de personas, organizaciones o instituciones que comparten objetivos comunes con respecto al aprovechamiento de los recursos

naturales, el mantenimiento de los bienes y los servicios ambientales o la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.

Tomador de decisiones. Son los representantes de los sectores o expertos a los que se consulta en un proceso de participación pública sobre sus intereses y preferencias con el objeto de asignar los usos del territorio en el área de estudio.

Transitividad. Estructura de preferencias que cumple con la siguiente propiedad: Si A es preferido a B, y B es preferido a C, entonces A es preferido a C.

BIBLIOGRAFÍA

- Anselin, A., P.M. Meire y L. Anselin, 1989. Multicriteria techniques in ecological evaluation: an example using the analytical Hierarchy Process. *Biological Conservation* 49: 215-229.
- Bojórquez-Tapia, L.A., E. Ongay-Ddelhumeau y E. Ezcurra. 1994. Multivariate Approach for Suitability Assessment and Environmental Conflict Resolution. *Journal of Environmental Management*.
- Bojórquez-Tapia, L.A., S. Díaz y R. Saunier. 1997. Ordenamiento ecológico de la Costa Norte de Nayarit. OEA-UNAM, México, D.F.
- Bojórquez-Tapia, L.A., S. Díaz y E. Ezcurra. 2001. GIS-based Approach for Participatory Decision Making and Land Suitability Assessment. *Journal of Geographical Information Science* 15: 129-151.
- D.O.F. 1996. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación, 13 de diciembre de 1996. México.
- DOF. 2002. Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental. Diario Oficial de la Federación 11-06-02.
- DOF. 2003. Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico. Diario Oficial de la Federación 08-08-03.
- Goodwin, P. y G Wright. 1998. *Decision Analysis for Management Judgment*. John Wiley & Sons. England. 454 pp
- Halvorsen, K. E. 2001. Assessing Public Participation Techniques for comfort, convenience, satisfaction, and deliberation. *Environmental Management* 28:179-186.
- Jasanoff y B. Wynne, 1988. Science and decisionmaking. En: Rayner, S y E.L. Malone (eds), *Human choice and climate change*. Batelle Memorial Institute. U.S.A. 41 pp.
- Malczewski, J. 1999. Spatial Multicriteria Decision Analysis. En: pp 11-48, Thill, J.C. (ed.), *Spatial Multicriteria Decision Making and Analysis, a Geogrpaphic Information Sciences Approach*. Ashgate Publishing Ltd. Gower House.

- Malczewski, J. 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley & Sons. Nueva York. 392 pp.
- Malczewski, J. 1999. Spatial Multicriteria Decision Analysis. En: pp 11-48, Thill, J.C. (ed.), Spatial Multicriteria Decision Making and Analysis, a Geographic Information Sciences Approach. Ashgate Publishing Ltd. Gower House.
- Munda, G. 2003 a. Social multi-criteria evaluation” (SMCE): methodological foundations and operational consequences. Sometido a: European Journal of Operational Research
- Munda, G. 2003 b. Multicriteria assessment. International Society for Ecological Economics. Internet Encyclopaedia of Ecological Economics.
- Ragsdale, C.T. 1998. Spreadsheet modeling and decision analysis. A practical introduction to management science. South western College Publishing. Ohio, U.S.A.



ANEXO 4. FORMATO DE METADATOS.

MODELO DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL CORREDOR CANCÚN - TULUM

Available as - [Outline] - [Parseable text] - [SGML]

METADATA:

- Identification_Information
- Data_Quality_Information
- Spatial_Data_Organization_Information
- Spatial_Reference_Information
- Entity_and_Attribute_Information
- Distribution_Information
- Metadata_Reference_Information

Identification_Information:

Citation:

Citation_Information:

Originator:

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Dirección
General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial
- Dirección de Ordenamiento Ecológico(ed.)

Originator: Gobierno del Estado de Quintana Roo(ed.)

Publication_Date: 20011200

Publication_Time: Unknown

Title: Modelo de Ordenamiento Ecológico del Corredor Cancún - Tulum

Edition: Segunda

Geospatial_Data_Presentation_Form: map

Series_Information:

Publication_Information:

Publication_Place: Chetumal, Quintana Roo

Publisher: Gobierno del Estado

Online_Linkage: www.semarnat.gob.mx/dgpairs/oe/corredor.shtml

Online_Linkage: www.qroo.gob.mx/qroo/enlace.phtml?dir=documentos/ocancun/

Larger_Work_Citation:

Citation_Information:

Title: Periodico Oficial del Estado de Quintana Roo

Edition: Diciembre de 2001

Geospatial_Data_Presentation_Form: map

Series_Information:

Publication_Information:

Publication_Place: Chetumal, Quintana Roo

Publisher: Gobierno del Estado

Online_Linkage: www.qroo.gob.mx/qroo/enlace.phtml?dir=documentos/ocancun/

Description:

Abstract:

El Ordenamiento Ecológico del corredor Cancún-Tulum fue de los primeros en instrumentarse en el país en 1994. Estuvo sujeto a un proceso de actualización que culminó en diciembre de 2001. Se presenta el mapa del modelo de Ordenamiento Ecológico, junto con información de carreteras y caminos, poblaciones y localidades dentro del área de ordenamiento.

Purpose:

Este mapa se ofrece al público en general para la difusión, así como para la consulta especializada del modelo de Ordenamiento Ecológico del Corredor. Asimismo, se espera que proporcione una herramienta interactiva para la evaluación o planificación de proyectos de desarrollo para diversas actividades productivas.

Time_Period_of_Content:

Time_Period_Information:
Single_Date/Time:
Range_of_Dates/Times:
Beginning_Date: 19961000
Ending_Date: 20011200
Multiple_Dates/Times:
Currentness_Reference: Ground Condition
Status:
Progress: Complete
Maintenance_and_Update_Frequency: Irregular
Spatial_Domain:
Bounding_Coordinates:
West_Bounding_Coordinate: -087.621666
East_Bounding_Coordinate: -086.775000
North_Bounding_Coordinate: +21.066666
South_Bounding_Coordinate: +20.108333
Keywords:
Theme:
Theme_Keyword_Thesaurus: None
Theme_Keyword: Política ambiental
Theme_Keyword: Uso de suelo predominante
Theme_Keyword: Usos de suelo compatibles
Theme_Keyword: Usos de suelo condicionados
Theme_Keyword: Usos de suelo incompatibles
Theme_Keyword: Turismo
Theme_Keyword: Ordenamiento Ecológico
Place:
Place_Keyword_Thesaurus: None
Place_Keyword: Cancún
Place_Keyword: Tulum
Place_Keyword: Playa del Carmen
Place_Keyword: Puerto Morelos
Place_Keyword: Quintana Roo
Stratum:
Temporal:
Access_Constraints: None
Use_Constraints:

Para el uso de la información, se tiene que citar a SEMARNAT y Gobierno de Quintana Roo como Dependencias editoras.

Point_of_Contact:

Contact_Information:

Contact_Person_Primary:

Contact_Person: Biól. Francisco Javier Medina González

Contact_Organization: SEMARNAT - Dirección de Ordenamiento Ecológico

Contact_Organization_Primary:

Contact_Position: Director

Contact_Address:

Address_Type: mailing and physical address

Address:

Blvd. Adolfo Ruíz Cortines 1409 Col. Jardines en la Montaña

City: México

State_or_Province: Distrito Federal

Postal_Code: 14210

Country: México

Contact_Voice_Telephone: (52) 5 56280811

Contact_Facsimile_Telephone: (52) 5 56280641

Contact_Electronic_Mail_Address: fmedina@semarnat.gob.mx

Hours_of_Service: 9 - 18 hrs

Contact_Instructions: de lunes a viernes

Data_Set_Credit:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURA-
LES GOBIERNO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

Security_Information:

Native_Data_Set_Environment:

Archivos “export” y coberturas Arc Info, “Shape file” de ArcView

Cross_Reference:

Citation_Information:

Originator: SEMARNAT

Originator: Gobierno del Estado de Quintana Roo

Publication_Date: 20011200

Title: Periodico Oficial del Estado de Quintana Roo

Edition: Diciembre de 2001

Geospatial_Data_Presentation_Form: map

*Series_Information:**Publication_Information:**Publication_Place:* Chetumal, Quintana Roo*Publisher:* Gobierno del Estado*Online_Linkage:* www.semarnat.gob.mx/dgpairs/oe/corredor.shtml*Online_Linkage:* www.qroo.gob.mx/qroo/enlace.phtml?dir=documentos/ocancun/*Data_Quality_Information:**Attribute_Accuracy:**Logical_Consistency_Report:* si*Completeness_Report:*

La delimitación de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) se hizo con planos restituidos fotográficamente 8,000 y rodalizando los tipos de vegetación a partir de un mosaico de fotografía aérea a la misma escala, apoyado en la cartografía de unidades de vegetación del Estudio de Ecología Costera y Determinación de Áreas de Protección y Conservación del Corredor Cancún-Tulum del Instituto de Ecología de la UNAM. Las fichas técnicas que de ahí se derivaron, hicieron uso también del Inventario Forestal Nacional y de Aspectos Geomorfológicos y Tenencia de la Tierra, contando además con un montaje 4,500, utilizando además las Fuentes Cartográficas de los Decretos del Parque Nacional de Tulum, Parque Natural Estatal Xel-Ha, Parque Marino de Puerto Morelos, los Planes de Desarrollo Urbano de Puerto Morelos, Playa del Carmen, Tulum y los Estudios Ecológicos para abrogar los Polígonos de Veda. También fueron consultados los estudios socioeconómicos de planes Estatales y Subregionales de desarrollo, entre otros.

*Positional_Accuracy:**Horizontal_Positional_Accuracy:**Vertical_Positional_Accuracy:**Lineage:**Source_Information:**Source_Citation:**Citation_Information:**Originator:* INEGI(ed.)*Publication_Date:* Unknown*Publication_Time:* Unknown*Title:* Carta topográfica F16D51 - Puerto Morelos

Geospatial_Data_Presentation_Form: map
Series_Information:
Series_Name: F16D51
Publication_Information:
Publication_Place: Aguascalientes, Ags.
Publisher: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
Larger_Work_Citation:
Citation_Information:
Series_Information:
Publication_Information:
Source_Scale_Denominator: 50,000
Type_of_Source_Media: paper
Source_Time_Period_of_Content:
Time_Period_Information:
Single_Date/Time:
Calendar_Date: 19860000
Range_of_Dates/Times:
Multiple_Dates/Times:
Source_Currentness_Reference: Publication Date
Source_Citation_Abbreviation: INEGI
Source_Contribution:
Se uso para la digitalización de vias de comunicación, localidades y rasgos fisiográficos
Source_Information:
Source_Citation:
Citation_Information:
Originator: INEGI(ed.)
Publication_Date: Unknown
Publication_Time: Unknown
Title: Carta Topográfica F16C59 - Leona Vicario
Geospatial_Data_Presentation_Form: map
Series_Information:
Series_Name: F16C59
Publication_Information:
Publication_Place: Aguascalientes, Ags.
Publisher: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
Larger_Work_Citation:

Citation_Information:
Series_Information:
Publication_Information:
Source_Scale_Denominator: 50,000
Type_of_Source_Media: paper
Source_Time_Period_of_Content:
Time_Period_Information:
Single_Date/Time:
Calendar_Date: 19860000
Range_of_Dates/Times:
Multiple_Dates/Times:
Source_Currentness_Reference: Publication Date
Source_Citation_Abbreviation: INEGI
Source_Contribution:
 Se uso para la digitalización de vias de comunicación, localidades y rasgos fisiográficos
Source_Information:
Source_Citation:
Citation_Information:
Originator: INEGI(ed.)
Publication_Date: Unknown
Publication_Time: Unknown
Title: Carta topográfica F16C69 - Playa del Carmen
Geospatial_Data_Presentation_Form: map
Series_Information:
Series_Name: F16C69
Publication_Information:
Publication_Place: Aguascalientes, Ags.
Publisher: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
Larger_Work_Citation:
Citation_Information:
Series_Information:
Publication_Information:
Source_Scale_Denominator: 50,000
Type_of_Source_Media: paper
Source_Time_Period_of_Content:
Time_Period_Information:

Single_Date/Time:
Calendar_Date: 19860000
Range_of_Dates/Times:
Multiple_Dates/Times:
Source_Currentness_Reference: Publication Date
Source_Citation_Abbreviation: INEGI
Source_Contribution:
Se uso para la digitalización de vias de comunicación, localidades y rasgos fisiográficos
Source_Information:
Source_Citation:
Citation_Information:
Originator: INEGI(ed.)
Publication_Date: Unknown
Publication_Time: Unknown
Title: Carta topográfica F16C78 - Xel Ha
Geospatial_Data_Presentation_Form: map
Series_Information:
Series_Name: F16C78
Publication_Information:
Publication_Place: Aguascalientes, Ags.
Publisher: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
Larger_Work_Citation:
Citation_Information:
Series_Information:
Publication_Information:
Source_Scale_Denominator: 50,000
Type_of_Source_Media: paper
Source_Time_Period_of_Content:
Time_Period_Information:
Single_Date/Time:
Calendar_Date: 19860000
Range_of_Dates/Times:
Multiple_Dates/Times:
Source_Currentness_Reference: Publication Date
Source_Citation_Abbreviation: INEGI
Source_Contribution:

Se uso para la digitalización de vias de comunicación, localidades y rasgos fisiográficos

Source_Information:

Source_Citation:

Citation_Information:

Originator: INEGI(ed.)

Publication_Date: Unknown

Publication_Time: Unknown

Title: Carta topográfica F16C79 - Akumal

Geospatial_Data_Presentation_Form: map

Series_Information:

Series_Name: F16C79

Publication_Information:

Publication_Place: Aguascalientes, Ags.

Publisher: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

Larger_Work_Citation:

Citation_Information:

Series_Information:

Publication_Information:

Source_Scale_Denominator: 50,000

Type_of_Source_Media: paper

Source_Time_Period_of_Content:

Time_Period_Information:

Single_Date/Time:

Calendar_Date: 19860000

Range_of_Dates/Times:

Multiple_Dates/Times:

Source_Currentness_Reference: Publication Date

Source_Citation_Abbreviation: INEGI

Source_Contribution:

Se uso para la digitalización de vias de comunicación, localidades y rasgos fisiográficos

Source_Information:

Source_Citation:

Citation_Information:

Originator: INEGI(ed.)

Publication_Date: Unknown

Publication_Time: Unknown

Title: Carta topográfica F16C88 - Tulum

Geospatial_Data_Presentation_Form: map

Series_Information:

Series_Name: F16C88

Publication_Information:

Publication_Place: Aguascalientes, Ags.

Publisher: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

Larger_Work_Citation:

Citation_Information:

Series_Information:

Publication_Information:

Source_Scale_Denominator: 50,000

Type_of_Source_Media: paper

Source_Time_Period_of_Content:

Time_Period_Information:

Single_Date/Time:

Calendar_Date: 19860000

Range_of_Dates/Times:

Multiple_Dates/Times:

Source_Currentness_Reference: Publication Date

Source_Citation_Abbreviation: INEGI

Source_Contribution:

Se uso para la digitalización de vias de comunicación, localidades y rasgos fisiográficos

Process_Step:

Process_Description:

Se digitalizó el mapa en un tableta GTCO con arcinfo PC 3.5

Process_Date: 19980000

Process_Contact:

Contact_Information:

Contact_Person_Primary:

Contact_Organization_Primary:

Contact_Address:

Spatial_Data_Organization_Information:

Direct_Spatial_Reference_Method: Vector

Point_and_Vector_Object_Information:
SDTS_Terms_Description:
SDTS_Point_and_Vector_Object_Type: G-polygon
Point_and_Vector_Object_Count: 77

Spatial_Reference_Information:
Horizontal_Coordinate_System_Definition:
Planar:
Grid_Coordinate_System:
Grid_Coordinate_System_Name: Universal Transverse Mercator
Universal_Transverse_Mercator:
UTM_Zone_Number: 16
Transverse_Mercator:
Scale_Factor_at_Central_Meridian: 0.9996
Longitude_of_Central_Meridian: -087.000000
Latitude_of_Projection_Origin: +00.000000
False_Easting: 500000
False_Northing: 0
Universal_Polar_Stereographic:
Polar_Stereographic:
State_Plane_Coordinate_System:
Lambert_Conformal_Conic:
Transverse_Mercator:
Oblique_Mercator:
Oblique_Line_Point:
Polyconic:
ARC_Coordinate_System:
Equiarectangular:
Azimuthal_Equidistant:
Planar_Coordinate_Information:
Planar_Coordinate_Encoding_Method: coordinate pair
Coordinate_Representation:
Abscissa_Resolution: 1
Ordinate_Resolution: 1
Distance_and_Bearing_Representation:
Planar_Distance_Units: Meters
Geodetic_Model:

Horizontal_Datum_Name: North American Datum of 1927

Ellipsoid_Name: Clarke 1866

Semi-major_Axis: 6,378,205

Denominator_of_Flattening_Ratio: 294.98

Vertical_Coordinate_System_Definition:

Altitude_System_Definition:

Depth_System_Definition:

Entity_and_Attribute_Information:

Detailed_Description:

Entity_Type:

Entity_Type_Label: UGAS

Entity_Type_Definition:

Unidades de gestión ambiental del modelo de Ordenamiento Ecológico

Entity_Type_Definition_Source: SEMARNAT

Attribute:

Attribute_Label: POLITICA

Attribute_Definition:

Política ambiental asignada a la unidad de gestión ambiental

Attribute_Definition_Source: SEMARNAT

Attribute_Domain_Values:

Enumerated_Domain:

Enumerated_Domain_Value: 1

Enumerated_Domain_Value_Definition: APROVECHAMIENTO

Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Attribute_Domain_Values:

Enumerated_Domain:

Enumerated_Domain_Value: 2

Enumerated_Domain_Value_Definition: PROTECCIÓN

Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Attribute_Domain_Values:

Enumerated_Domain:

Enumerated_Domain_Value: 3

Enumerated_Domain_Value_Definition: CONSERVACIÓN

Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE
 ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
Attribute_Domain_Values:
Enumerated_Domain:
Enumerated_Domain_Value: 4
Enumerated_Domain_Value_Definition: RESTAURACIÓN
Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE
 ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
Beginning_Date_of_Attribute_Values: 19980000
Attribute_Value_Accuracy_Information:
Attribute_Measurement_Frequency: None planned
Attribute:
Attribute_Label: CVE_USO
Attribute_Definition:
 Uso de suelo predominante asignado por unidad de gestión ambiental
Attribute_Definition_Source: SEMARNAT
Attribute_Domain_Values:
Enumerated_Domain:
Enumerated_Domain_Value: 10
Enumerated_Domain_Value_Definition: Agricultura - Ag
Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE
 ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
Attribute_Domain_Values:
Enumerated_Domain:
Enumerated_Domain_Value: 20
Enumerated_Domain_Value_Definition: Pecuario - P
Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE
 ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
Attribute_Domain_Values:
Enumerated_Domain:
Enumerated_Domain_Value: 30
Enumerated_Domain_Value_Definition: Forestal - Fo
Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE
 ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
Attribute_Domain_Values:
Enumerated_Domain:

Enumerated_Domain_Value: 40

Enumerated_Domain_Value_Definition: Pesca - Pe

Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Attribute_Domain_Values:

Enumerated_Domain:

Enumerated_Domain_Value: 50

Enumerated_Domain_Value_Definition: Acuacultura - Ac

Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Attribute_Domain_Values:

Enumerated_Domain:

Enumerated_Domain_Value: 60

Enumerated_Domain_Value_Definition: Asentamientos humanos - Ah

Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Attribute_Domain_Values:

Enumerated_Domain:

Enumerated_Domain_Value: 70

Enumerated_Domain_Value_Definition: Infraestructura y equipamiento - If

Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Attribute_Domain_Values:

Enumerated_Domain:

Enumerated_Domain_Value: 80

Enumerated_Domain_Value_Definition: Turismo - Tu

Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Attribute_Domain_Values:

Enumerated_Domain:

Enumerated_Domain_Value: 90

Enumerated_Domain_Value_Definition: Industria - In

Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Attribute_Domain_Values:

Enumerated_Domain:
Enumerated_Domain_Value: 95
Enumerated_Domain_Value_Definition: Minería - Mi
Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
Attribute_Domain_Values:
Enumerated_Domain:
Enumerated_Domain_Value: 100
Enumerated_Domain_Value_Definition: Manejo de flora y fauna - Ff
Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
Attribute_Domain_Values:
Enumerated_Domain:
Enumerated_Domain_Value: 110
Enumerated_Domain_Value_Definition: Área natural - An
Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
Attribute_Domain_Values:
Enumerated_Domain:
Enumerated_Domain_Value: 115
Enumerated_Domain_Value_Definition: Corredor natural - Cn
Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
Attribute_Domain_Values:
Enumerated_Domain:
Enumerated_Domain_Value: 130
Enumerated_Domain_Value_Definition: Actividades marinas - M
Enumerated_Domain_Value_Definition_Source: DIRECCIÓN DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
Beginning_Date_of_Attribute_Values: 19980000
Attribute_Value_Accuracy_Information:
Attribute_Measurement_Frequency: None planned
Overview_Description:
Entity_and_Attribute_Overview:
 Políticas ambientales y usos de suelo a promover por unidad de gestión ambiental en el modelo de Ordenamiento Ecológico
Entity_and_Attribute_Detail_Citation: SEMARNAT/DOE

Distribution_Information:

Distributor:

Contact_Information:

Contact_Person_Primary:

Contact_Person: Biól. Francisco Javier Medina González

Contact_Organization: Dirección de Ordenamiento Ecológico (DOE)

Contact_Organization_Primary:

Contact_Position: Director

Contact_Address:

Address_Type: mailing and physical address

Address:

Bldv. Adolfo Ruíz Cortines 1409 Col. Jardines en la Montaña

City: México

State_or_Province: Distrito Federal

Postal_Code: 14210

Country: México

Contact_Voice_Telephone: (52) 5 56280811

Contact_Facsimile_Telephone: (52) 5 56280641

Contact_Electronic_Mail_Address: fmedina@semarnat.gob.mx

Hours_of_Service: 9 a 18 hrs

Contact_Instructions: lunes a viernes

Distribution_Liability:

La SEMARNAT, a través de la Dirección de Ordenamiento Ecológico, es responsable de la información presentada. Toda modificación que sea hecha será responsabilidad de la institución o persona que los realice, debiendo siempre citar a las instituciones que generaron la información como fuente.

Standard_Order_Process:

Digital_Form:

Digital_Transfer_Information:

Digital_Transfer_Option:

Online_Option:

Computer_Contact_Information:

Network_Address:

Dialup_Instructions:

Offline_Option:

Recording_Capacity:

Technical_Prerequisites:

La información se encuentra en coberturas formato exportable (*.e00) de arcinfo y “shape” compatible con arcview.

Available_Time_Period:

Time_Period_Information:

Single_Date/Time:

Range_of_Dates/Times:

Multiple_Dates/Times:

Metadata_Reference_Information:

Metadata_Date: 20020717

Metadata_Review_Date: 20020717

Metadata_Future_Review_Date: 20030000

Metadata_Contact:

Contact_Information:

Contact_Person_Primary:

Contact_Person: Roberto Rosado

Contact_Organization: Dirección de Ordenamiento Ecológico

Contact_Organization_Primary:

Contact_Address:

Address_Type: mailing and physical address

Address:

Bldv. Adolfo Ruíz Cortines 1409 Col. Jardines en la Montaña

City: México

State_or_Province: Distrito Federal

Postal_Code: 14210

Country: México

Contact_Voice_Telephone: (52) 5 56280811

Contact_Facsimile_Telephone: (52) 5 56280811

Contact_Electronic_Mail_Address: rrosado@semarnat.gob.mx

Hours_of_Service: 9 a 18 hrs

Contact_Instructions: Lunes a viernes

Metadata_Standard_Name: FGDC Content Standards for Digital Geospatial Metadata

Metadata_Standard_Version: FGDC-STD-001-1998

Metadata_Access_Constraints: None

Metadata_Use_Constraints: None

Metadata_Security_Information:

ANEXO 5. ANÁLISIS DE APTITUD CON TÉCNICAS MULTICRITERIO

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se explica una serie de métodos para el análisis de aptitud del área de estudio, útiles para la identificación de conflictos ambientales y la determinación del patrón de ocupación del territorio, ambos requeridos para la formulación de los distintos programas de Ordenamiento Ecológico. El *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico* obliga a llevar a cabo estos estudios en un contexto de participación social, valiéndose de métodos rigurosos y procedimientos sistemáticos. La selección de métodos, además de ser compatible con este mandato, ha sido probada con éxito en diversas experiencias de planeación ambiental nacionales e internacionales.

El Ordenamiento Ecológico es un problema de decisión espacial complejo en tanto que involucra varios sectores socioeconómicos con intereses diferentes sobre la ocupación del territorio y el aprovechamiento de sus recursos naturales, y con actividades muchas veces incompatibles entre sí. El análisis de aptitud es una estrategia útil para lidiar con este tipo de problemas, ya que permite evaluar las características del terreno que favorecen los distintos intereses sectoriales, y diseñar, a partir de esto, un patrón de ocupación del territorio que segregue las actividades incompatibles para resolver o prevenir los conflictos ambientales entre los grupos involucrados.

No obstante, el éxito del análisis de aptitud depende de cómo son incluidas en el estudio las interacciones entre las actividades de los sectores y de cómo las reglas de decisión sean construidas, de manera que se consideren simultáneamente todos los criterios de decisión en juego y que se satisfagan en la medida de lo posible, todos los intereses involucrados de una manera equilibrada. Los métodos multicriterio (multiatributo y multiobjetivo) ligados a los sistemas de información geográfica (SIG) responden a esta cuestión, ya que es posible construir con ellos reglas de decisión claras, adaptadas a procesos de participación pública, que permiten manejar, en la dimensión espacial, un conjunto diverso de variables, tanto cualitativas como cuantitativas, para construir un patrón de ocupación del territorio que maximice la aptitud del territorio y minimice el conflicto entre los distintos sectores implicados.

Los métodos que trata este capítulo están divididos en dos secciones principales: el Análisis Multiatributo y el Análisis Multiobjetivo. El primero trata el desarrollo de las reglas de decisión que pueden emplearse para obtener los mapas de aptitud por sector. El segundo expone el desarrollo de las reglas de decisión que son aplicables para la generación de un patrón óptimo de ocupación del territorio.

CÓMO USAR ESTE ANEXO

Existen varios métodos multicriterio adecuados para la formulación del Ordenamiento Ecológico. Se presentan algunas alternativas con distintos niveles de profundidad en el análisis y su selección depende básicamente de los siguientes elementos:

- el tiempo disponible para la realización de los talleres
- el conocimiento de los participantes
- disponibilidad de la información
- los supuestos teóricos en los que se basa cada método
- la compatibilidad con otros métodos y herramientas (identificación y ponderación de atributos ambientales, SIG, hojas de cálculo)
- la capacidad técnica del grupo integrador, el equipo y programas de cómputo, el presupuesto y el personal de apoyo

En cada método se presenta un recuadro con especificaciones para su aplicación, en términos de los supuestos teóricos, ventajas, desventajas y demás observaciones pertinentes, relativas a los elementos arriba mencionados.

La selección de un método puede estar condicionada también a la existencia de determinados insumos de información provenientes de análisis previos. En general, se recomienda el uso de los métodos más avanzados. El empleo de los más simples debe estar justificado por alguna de las limitaciones arriba mencionadas, o bien porque la complejidad del caso no requiere mayor esfuerzo.

Al final de la exposición de cada método se resume en un recuadro su procedimiento de aplicación en el SIG y la hoja de cálculo, y se incluye un ejemplo sencillo para facilitar su comprensión y aprendizaje.

El capítulo viene acompañado de un ejercicio en un SIG, , tomado de un caso real, en el que se provee un conjunto de instrucciones, mapas digitales, bases de datos y hojas de cálculo preprogramadas, para que el usuario practique por su cuenta el procedimiento de análisis de aptitud, desde la generación de los mapas de atributos ambientales hasta la obtención del patrón óptimo de ocupación del territorio.

Se recomienda al usuario que estudie el capítulo en el orden en que está organizado para que se familiarice primero con los métodos más sencillos y sus ejemplos, antes de proceder con los más avanzados.

A 5.01 EL ANÁLISIS MULTIATRIBUTO.

1) Reglas de decisión para obtener los mapas de aptitud sectoriales.

Para efectos del análisis de aptitud, un interés sectorial se representa por medio de un objetivo sectorial; es decir, como un enunciado que refleja el estado deseable del territorio que le convenga ocupar, ya sea para el aprovechamiento de determinados recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales o la conservación de la biodiversidad,

dependiendo del sector socioeconómico de que se trate. Se considera, asimismo, que un objetivo sectorial está condicionado por un conjunto de atributos ambientales, que pueden ser de carácter físico, biológico o socioeconómico, y que en este caso deben estar expresados en forma de variables espaciales, denominadas en adelante variables de decisión. Los sectores expresan sus preferencias sobre los atributos ambientales asignándoles pesos de importancia relativa, según el grado en que satisfagan el logro de sus objetivos.

Los anteriores son los insumos básicos de información para los métodos multiatributo aquí expuestos y resultan de la etapa de caracterización en que se obtiene, para cada sector socioeconómico, la estructura jerárquica de criterios de decisión, conformada por el objetivo sectorial, los atributos ambientales y sus pesos de importancia relativa. Para instrumentar las reglas de decisión multiatributo de manera espacial en un SIG y obtener los mapas de aptitud sectoriales es conveniente que cada atributo ambiental esté representado por una capa de información geográfica en formato raster. Los métodos para obtener estos insumos mediante procesos de participación pública están expuestos en la Sección 3.1 del Capítulo I de este manual (Caracterización).

Las alternativas de decisión, a las que se asignará una u otra actividad sectorial, según su aptitud, son en este caso las unidades geográficas que quedan acotadas por las celdas ráster, también llamadas píxeles. A cada alternativa le corresponde un conjunto de celdas, una por cada atributo, todas ellas con la misma ubicación espacial. En consecuencia, cada alternativa queda caracterizada por el conjunto de valores que toman las variables de decisión en las celdas que la conforman.

Expresado de manera formal, las alternativas de un problema de decisión espacial multiatributo pueden representarse como el conjunto X de píxeles que comprenden el área de estudio (Zeleny en Pereira y Duckstein, 1993):

$$X = \{x^1, x^2, \dots, x^k\}$$

(A5-1)

Donde cada alternativa, x^k , está caracterizada por un conjunto I de atributos, correspondientes a las capas de información:

FIGURA A5.3. MAPA RÁSTER DEL ATRIBUTO AMBIENTAL x_2

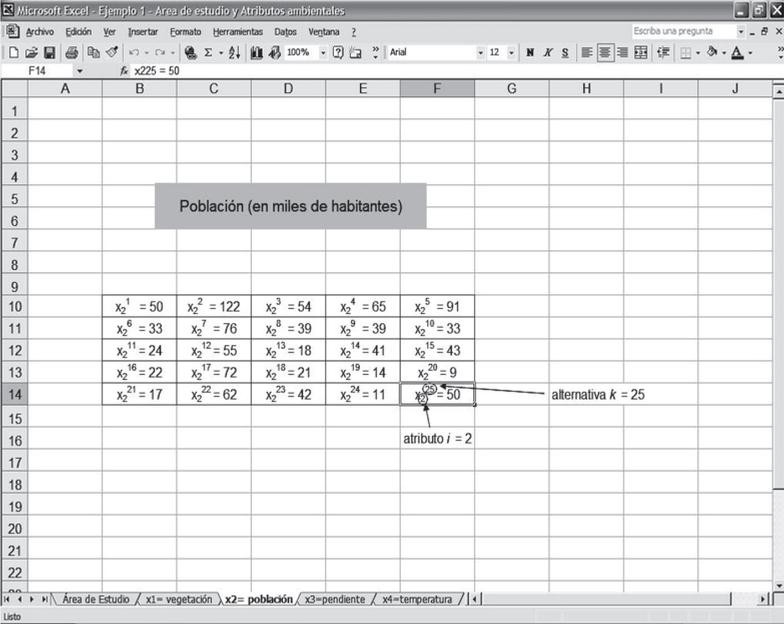


FIGURA A5.4. MAPA RÁSTER DEL ATRIBUTO AMBIENTAL x_3

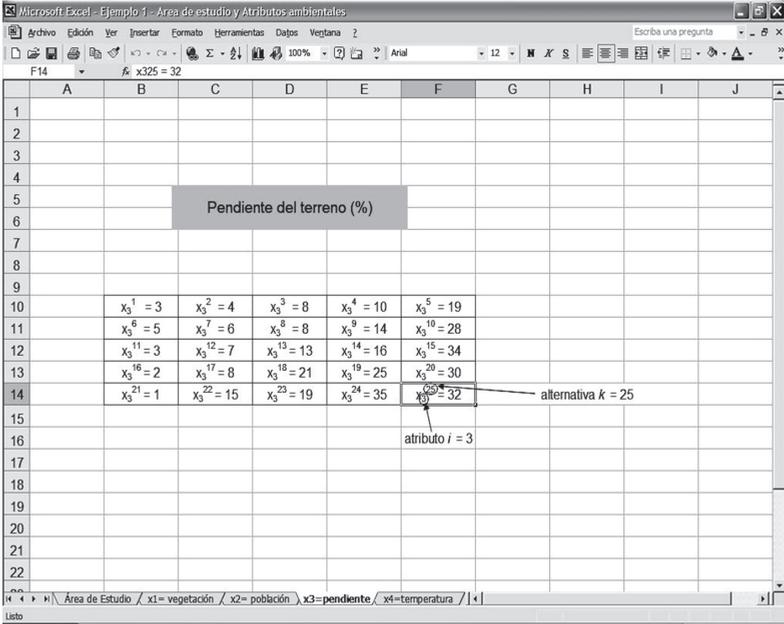
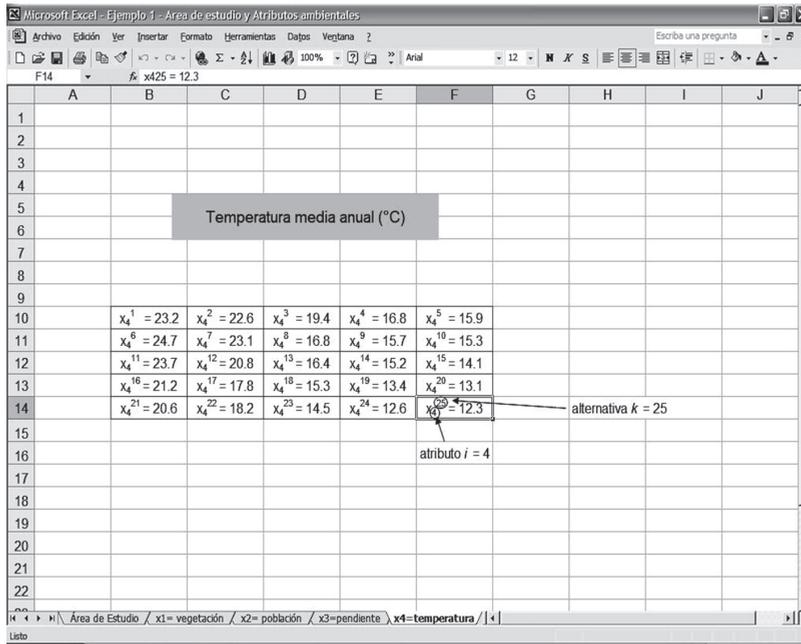


FIGURA A5.5. MAPA RÁSTER DEL ATRIBUTO AMBIENTAL x_4



Según este ejemplo, la alternativa de decisión definida por $k = 25$ (la celda F14 de las Figuras A5.1 a A5.5), quedaría caracterizada por el siguiente vector:

$x_{25} =$ (pino, 50 mil habitantes, 32 %de pendiente, y 12.3 °C de temperatura media)

Obsérvese que la sobreposición de mapas típica de un SIG está emulada por la sobreposición de hojas de cálculo.

Fin ejemplo 1

El resultado final del análisis multiatributo es un mapa por cada sector, llamado mapa de aptitud sectorial, que tiene asignado un valor de aptitud por cada alternativa de decisión. Estos valores de aptitud resultan de la combinación matemática de las variables de decisión y los pesos de importancia relativa, determinada por la regla de decisión seleccionada y operada en el SIG por medio del álgebra de mapas. Las alternativas con valores de aptitud más altos

identifican aquellas áreas que tienen el mejor desempeño combinado de los atributos que condicionan el objetivo del sector y son, por tanto, las áreas donde más le conviene desarrollar sus actividades.

Entre las reglas de decisión multiatributo que pueden emplearse para la formulación de los programas de Ordenamiento Ecológico y que se exponen en este capítulo están la combinación lineal ponderada binaria, la combinación lineal ponderada con función de utilidad y la distancia al punto ideal. El usuario interesado podrá encontrar algunos otros métodos en la bibliografía recomendada.

Antes de proceder, es importante advertir que a fin de que tengan sentido los resultados de las operaciones algebraicas que indican las reglas de decisión multiatributo expuestas abajo es requisito indispensable estandarizar las variables de decisión a una misma escala de valores. Por lo común, el conjunto de atributos ambientales que caracterizan las alternativas están representados por una mezcla de variables físicas, biológicas o socioeconómicas, tanto cualitativas como cuantitativas, y medidas en diferentes tipos de escalas, con unidades incomparables entre sí. Los métodos para reescalar y estandarizar las variables de decisión están expuestos en el Anexo 3 (Técnicas para identificación y ponderación de criterios).

A 5.02 REGLAS DE DECISIÓN MULTIATRIBUTO

1) Combinación Lineal Ponderada Binaria (CLPB)

El enfoque multiatributo más sencillo consiste en emplear variables de decisión binarias.

Retomando (A5-1) y (A5-2):

$$x_i^k = (0,1) \quad (\text{A5-3})$$

Esto es, los pixeles de las capas de información que representan cada atributo toman el valor de uno ($x_i^k = 1$) cuando el estado del atributo es

FIGURA A5.7. MAPA RÁSTER BINARIO DE X_2

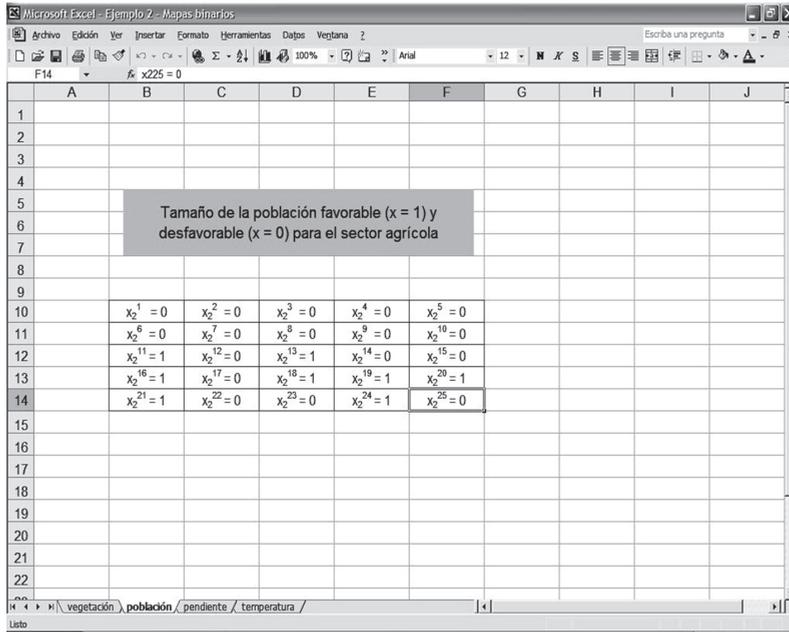


FIGURA A5.8. MAPA RÁSTER BINARIO DE X_3

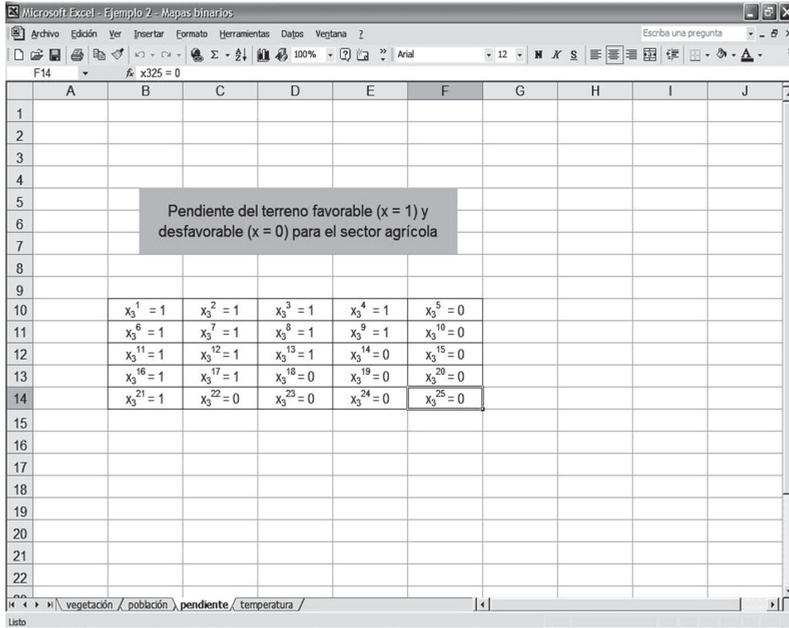
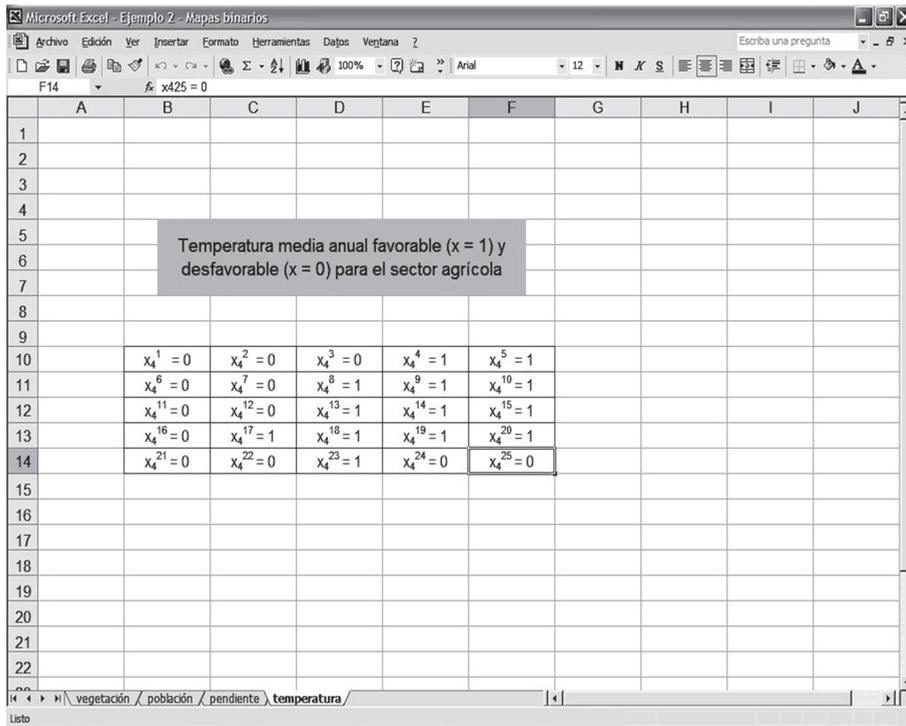


FIGURA A5.9. MAPA RÁSTER BINARIO DE x_4 

Consecuentemente, el vector binario para la alternativa $k = 25$ (celdas F14 de las Figuras A5.6 a A5.9) sería:

$$x^{25} = (1, 0, 0, 1)$$

Fin ejemplo 2

Mediante la combinación lineal ponderada binaria (CLPB) se obtiene un valor de aptitud sectorial para cada alternativa de decisión al sumar los productos del valor de cada atributo que caracteriza dicha alternativa por el peso de importancia relativa asignado a ese atributo. La siguiente es la expresión matemática de esta regla de decisión (respetando la notación de las expresiones (A5-1) y (A5-2)), adaptada a un sistema de información geográfica (Malczewski, 1999, Bojórquez, *et al.*, 2000):

$$a_j^k = \sum_i w_{ij} x_{ij}^k \quad (\text{A5-4})$$

Donde a es el valor de aptitud de la alternativa k , para el sector j ; w es el peso de importancia relativa asignado al atributo i por el sector j ; y x es el valor que toma la variable de decisión binaria que representa el atributo i , que condiciona el objetivo del sector j .

Ejemplo 3.

Siguiendo el ejemplo 2, asignemos $j = 1$ al sector agrícola. Al ser consultado, este sector estableció pesos relativos para los atributos ambientales en una escala de intervalo [1-10] como indica la Cuadro 1:

CUADRO 1. PESOS RELATIVOS DE LOS ATRIBUTOS AMBIENTALES QUE CONDICIONAN LAS ACTIVIDADES DEL SECTOR AGRÍCOLA

Atributo ambiental	Subíndice i	Peso w_i
Tipo de vegetación	1	5
Población	2	1
Pendiente	3	9
Temperatura	4	7

Como señala la ecuación (A5-4), primero debemos multiplicar cada capa de información por el peso correspondiente (Figuras A5.10 a A5.13). Ésta es una operación escalar en la que simplemente multiplicamos cada celda de un mapa binario (digamos el del tipo de vegetación) por su peso (que según el Cuadro 1 vale 5 para este atributo ambiental):

FIGURA A5.10. MULTIPLICACIÓN ESCALAR DEL MAPA BINARIO DE X_{11} POR W_{11}

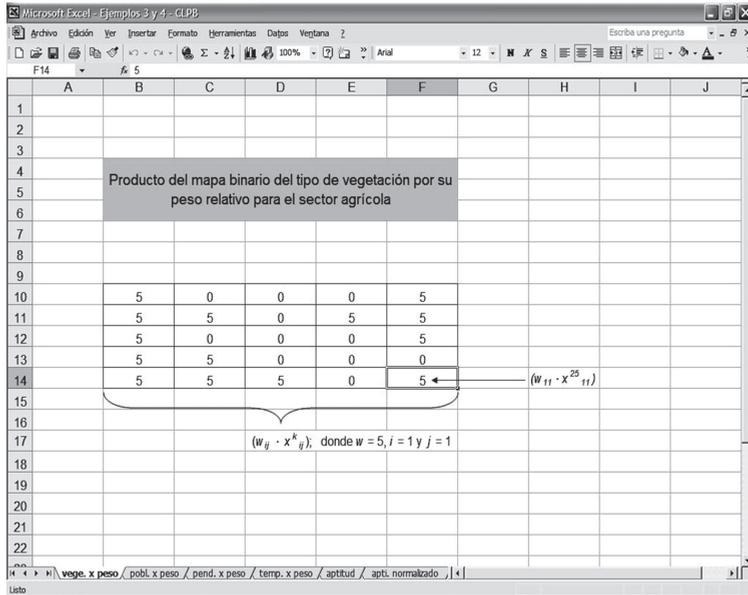
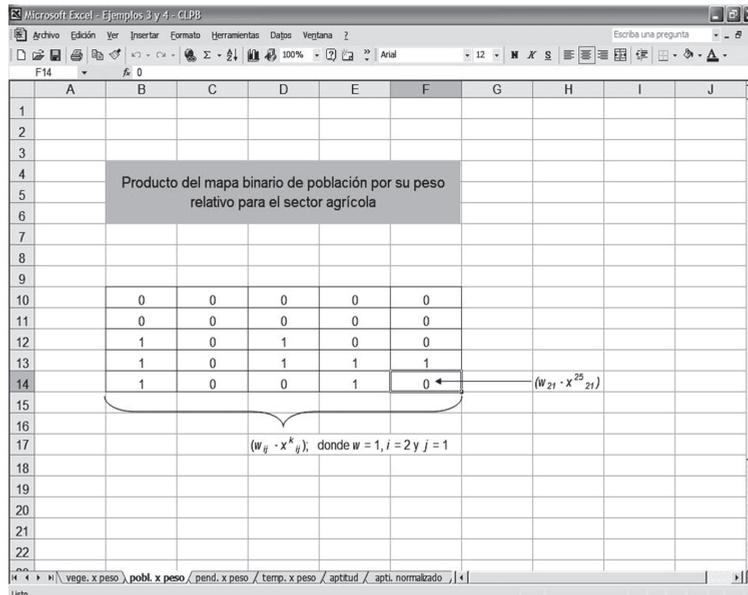
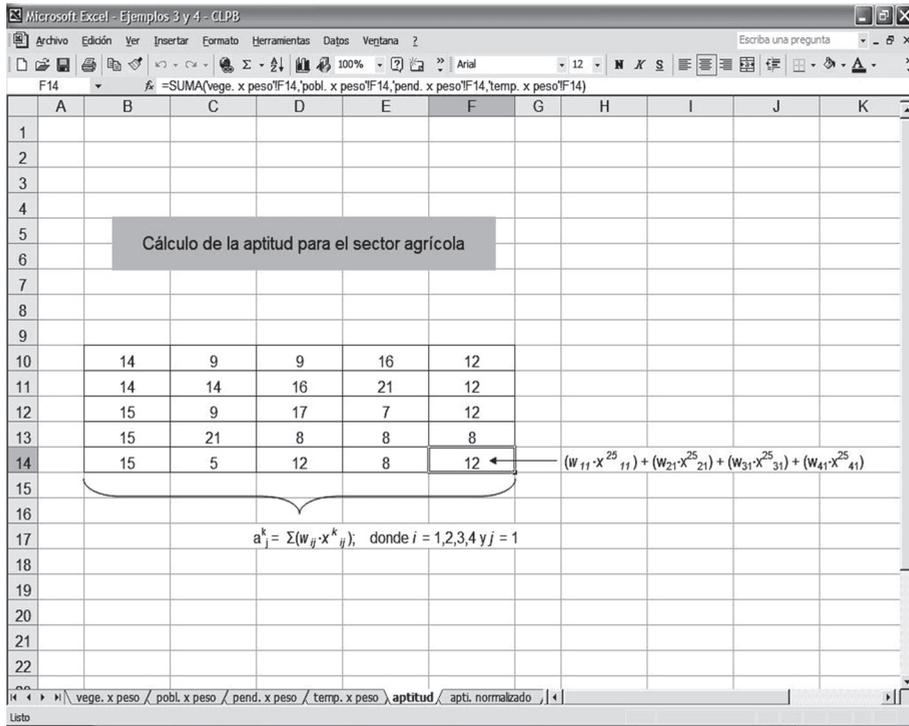


FIGURA A5.11. MULTIPLICACIÓN ESCALAR DEL MAPA BINARIO DE X_{21} POR W_{21}



El mapa de aptitud para el sector agrícola se obtiene finalmente al sumar los productos anteriores (Figura A5.14):

FIGURA A5.14. MAPA DE APTITUD OBTENIDO POR MEDIO DE LA CLPB



Obsérvese que en el caso de la alternativa $k=25$, representada por la celda F14 de la hoja de cálculo, su valor de aptitud es la suma de las celdas F14 de los mapas, vegetación x peso + población x peso + pendiente x peso + temperatura x peso; operación indicada en la barra de operaciones Σ , que está en la parte superior de la Figura, sobre los encabezados de columnas y bajo la barra de herramientas de Excel.

Fin ejemplo 3

Es importante notar que el valor máximo de aptitud así obtenido puede ser diferente para cada sector, pues depende del número de criterios (atributos) de decisión considerados por cada uno de ellos. Cuando este sea el caso,

los valores de aptitud no podrán ser comparados entre sectores de manera directa. Para resolver este problema y para preparar los mapas de aptitud para el análisis multiobjetivo es necesario estandarizar los valores de aptitud de todos los sectores (a_j^k) a una escala común, por ejemplo [0-10]. Algunos SIG incluyen módulos que automatizan este cálculo; o bien, es posible hacerlo por medio de una operación escalar en el SIG, multiplicando cada mapa de aptitud por el valor de la pendiente de la función lineal de estandarización correspondiente:

$$a_j^k = m_j \cdot a_j^k \quad (\text{A5-5})$$

Donde a_j^k es el valor de aptitud estandarizado y m_j es el valor de la pendiente de la función lineal de estandarización, que se obtiene de la siguiente ecuación:

$$m_j = \frac{a'_{(\max)} - a'_{(\min)}}{a_{j(\max)} - a_{j(\min)}} \quad (\text{A5-6})$$

En el caso de seleccionar una escala común [0-10]:

$$a'_{(\max)} = 10 ; a'_{(\min)} = 0$$

Los valores de $a_{j(\max)}$ y $a_{j(\min)}$ corresponden al máximo y mínimo posibles para cada sector, siendo el mínimo siempre cero y el máximo el que resulte de la combinación lineal ponderada (ecuación A5-4) cuando todas las variables de decisión valen uno.

Ejemplo 4.

Retomando el ejemplo 3, el mapa de aptitud estandarizado para el sector agrícola, en una escala de intervalo [1-10], se obtiene al aplicar las ecuaciones (A5-5) y (A5-6) (Figura A5.15):

Elementos a considerar para la selección y aplicación de la CLPB

Supuestos teóricos del método

- Debe haber una estricta independencia entre los atributos, lo que significa que si existe correlación entre dos de ellos, uno debe ser eliminado del análisis.
- Esta regla de decisión implica un modo de decisión totalmente compensatorio por la forma aditiva de la ecuación (A5-4); lo que significa que una unidad de menos en un atributo puede ser completamente compensada por una unidad de más en otro atributo.

Ventajas

- Se requiere relativamente poco tiempo para obtener los insumos de información del método en los talleres de participación pública.
- No demanda un alto nivel de conocimientos técnicos para entenderlo, por lo que el método resulta efectivo y convincente en el caso de que los participantes carezcan de cierto grado de educación formal y no se disponga de mucho tiempo para exponerles la metodología.
- Es de fácil instrumentación en un SIG, pues basta que el programa empleado maneje operaciones básicas de álgebra de mapas y reclasificación.

Desventajas

- Generalmente no es posible demostrar la independencia de criterios de decisión que supone el método. La inclusión de criterios altamente correlacionados puede afectar el resultado de la CLPB y arrojar resultados engañosos.
- Como consecuencia del modo de decisión totalmente compensatorio, la adición de varios atributos de bajo peso relativo compensa la ausencia de atributos de alta importancia para el sector, lo que implica que la calidad de algunas alternativas puede ser sobreestimada en áreas donde no existen atributos de alto nivel.

2) Combinación Lineal Ponderada con Funciones de Utilidad (CLPFU)

Un adelanto significativo con respecto a la CLPB es la inclusión de funciones de utilidad para determinar el valor que toman las variables de decisión en una escala de intervalo estandarizada [0-1], en lugar de binaria. Para guardar congruencia en las operaciones conviene expresar los pesos

de importancia relativa de los criterios de decisión en la misma escala que las variables de decisión, y para asegurar mejores resultados en los mapas de aptitud se recomienda emplear con los participantes un método avanzado de ponderación, como el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), compatible con el nivel de dificultad que demanda la generación de funciones de utilidad. Los métodos para generar las funciones de utilidad y el PAJ se presentan en el Anexo 3.

La expresión matemática formal para esta regla de decisión es (Bojórquez *et al.*, en prensa):

$$a_j^k = \sum_i w_{ij} u(x_{ij}^k) \quad (\text{A5-7})$$

Donde a es el valor de aptitud de la alternativa k , para el sector j ; w es el peso o valor de importancia relativa asignado al atributo i por el sector j ; y $u(x_{ij}^k)$ es la función de utilidad para el atributo i que condiciona el objetivo del sector j .

La expresión (A5-7) está sujeta a las siguientes condiciones:

$$w_{ij} > 0 \quad (\text{A5-8})$$

$$\sum_i w_{ij} = 1 \quad (\text{A5-9})$$

$$0 \leq u(x_{ij}) \leq 1 \quad (\text{A5-10})$$

$$0 \leq a_j^k \leq 1 \quad (\text{A5-11})$$

Las expresiones (A5-8) y (A5-9) son requisitos del método PAJ; la (A5-10) indica el intervalo de valores que pueden tomar las funciones de utilidad de los sectores para cada atributo; y la (A5-11) resulta de la expresión (A5-7), cuando se satisfacen las condiciones (A5-8) a (A5-10).

Ejemplo 5.

Supongamos que el sector agrícola ($j=1$) estableció en un taller de participación pública los pesos relativos de los atributos ambientales que condicionan sus actividades con ayuda del PAJ, y construyó las funciones de utilidad respectivas (Cuadro 2 y Figuras A5-16 a A5-19):

CUADRO 2. PESOS RELATIVOS DE LOS ATRIBUTOS AMBIENTALES QUE CONDICIONAN LAS ACTIVIDADES DEL SECTOR AGRÍCOLA, DETERMINADOS POR MEDIO DEL PAJ

Atributo ambiental	Subíndice i	Peso w_i
Tipo de vegetación	1	0.15
Población	2	0.07
Pendiente	3	0.53
Temperatura	4	0.25

FIGURA A5.16. ESTANDARIZACIÓN DEL MAPA RÁSTER DEL ATRIBUTO AMBIENTAL X_{11}

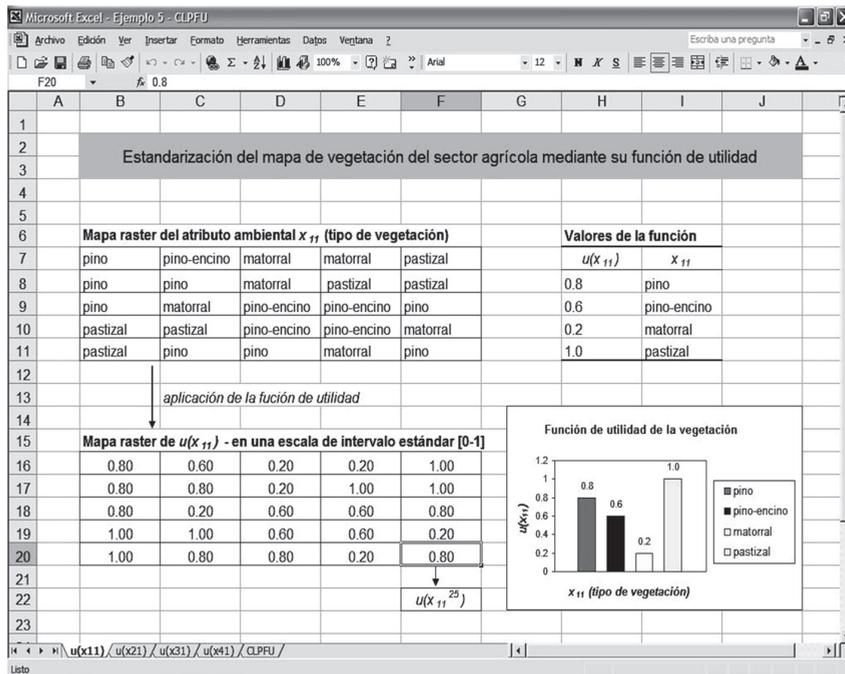


FIGURA A5.17. ESTANDARIZACIÓN DEL MAPA RÁSTER DEL ATRIBUTO AMBIENTAL X_{21}

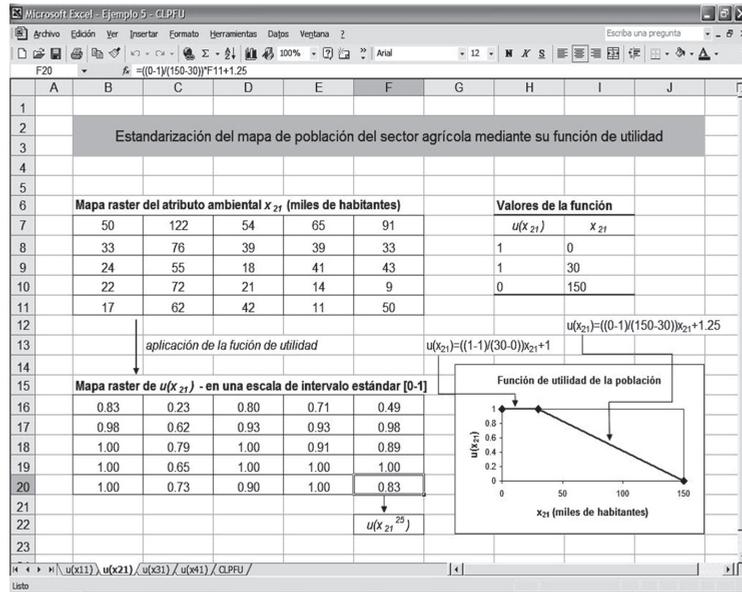


FIGURA A5.18. ESTANDARIZACIÓN DEL MAPA RÁSTER DEL ATRIBUTO AMBIENTAL X_{31}

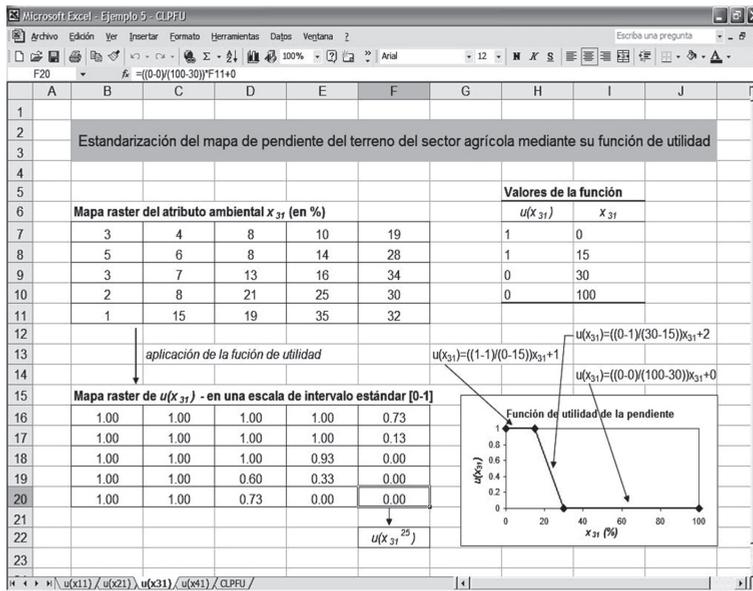
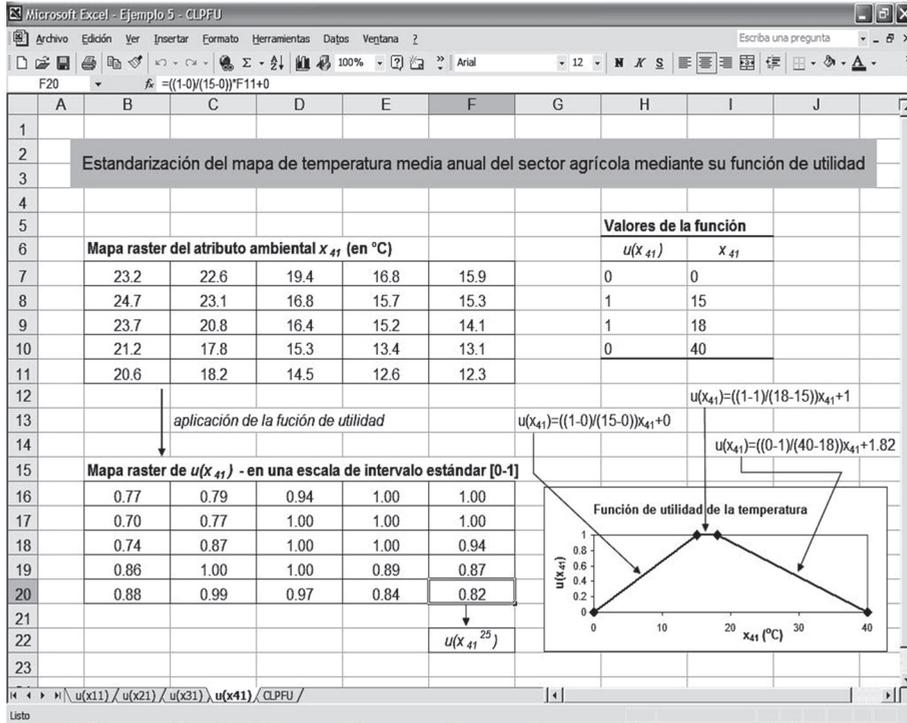


FIGURA A5.19. ESTANDARIZACIÓN DEL MAPA RÁSTER DEL ATRIBUTO AMBIENTAL x_{41}



En las Figuras A5-16 a A5-19 se aprecia cómo se aplican las funciones de utilidad para estandarizar los mapas de los atributos ambientales de sus escalas y unidades originales a una escala de intervalo [0-1], esto con el fin de poder aplicar la combinación lineal ponderada (A5-7), como se muestra en la Figura A5.20.

FIGURA A5.20. MAPA DE APTITUD OBTENIDO POR MEDIO DE LA CLPFU

Cálculo del mapa de aptitud del sector agrícola mediante la Combinación Lineal Ponderada con Función de Utilidad

Pesos relativos w_i	
w_{11}	0.15
w_{21}	0.07
w_{31}	0.53
w_{41}	0.25

Mapa de la aptitud del sector agrícola (a_j)					
	0.90	0.83	0.85	0.86	0.82
	0.89	0.89	0.87	0.99	0.54
	0.91	0.83	0.94	0.90	0.42
	0.96	0.98	0.73	0.56	0.32
	0.97	0.95	0.81	0.31	0.38

$$a_j^k = \sum w_{ij} \cdot u(x_{ij}^k)$$

$$a_j^{25} = w_{11} \cdot u(x_{11}^{25}) + w_{21} \cdot u(x_{21}^{25}) + w_{31} \cdot u(x_{31}^{25}) + w_{41} \cdot u(x_{41}^{25})$$

Obsérvese que el mapa de aptitud resulta igualmente en una escala de intervalo [0-1].

Fin ejemplo 5.

Pasos a seguir para aplicar la CLPFU en un SIG para obtener los mapas de aptitud sectorial

Para cada uno de los sectores socioeconómicos involucrados en el área de estudio:

- Identificar y ponderar los criterios de decisión en un proceso de participación pública, preferentemente mediante el PAJ.
- Generar las funciones de utilidad para cada uno de los atributos ambientales, de acuerdo con los métodos explicados en el Anexo 3
- Estandarizar los mapas de atributos ambientales a una escala de intervalo [0-1] en el SIG, mediante la aplicación de las funciones de utilidad correspondientes, como se explica en el Anexo 3.
- Multiplicar cada uno de los mapas estandarizados de atributos ambientales por su peso de importancia relativa correspondiente.
- Sumar todos los mapas que resultan de los productos del punto anterior.

Elementos a considerar para la selección y aplicación de la CLPFU

Supuestos teóricos del método

- Debe respetarse la independencia de criterios. Si existe correlación entre dos atributos, uno de ellos debe ser eliminado del análisis.
- Esta regla de decisión implica un modo de decisión totalmente compensatorio por la forma aditiva de la ecuación (A5-7); lo que significa que una unidad de menos en un atributo puede ser completamente compensada por una unidad de más en otro atributo.

Ventajas

- La aplicación de funciones de utilidad, en conjunto con un método avanzado para la identificación y ponderación de criterios de decisión como el PAJ, asegura resultados más detallados y convincentes que el método de la CLPB, expuesto arriba.

Desventajas

- En comparación con el método anterior, se requiere más tiempo y un mayor nivel de conocimientos entre los participante para obtener los insumos de información del método en los talleres de consulta pública.
- Por su complejidad, el método requiere de una extensa explicación previa a los participantes para asegurar su comprensión y convencerlos de que su uso asegurará la obtención de mejores resultados.
- Generalmente no es posible garantizar la independencia de criterios de decisión que supone el método. La inclusión de criterios altamente correlacionados puede afectar el resultado de la CLPFU y arrojar resultados engañosos.
- Como consecuencia del modo de decisión totalmente compensatorio, la adición de varios atributos de bajo peso relativo compensa la ausencia de atributos de alta importancia para el sector, lo que implica que la calidad de algunas alternativas puede ser sobreestimada en áreas donde no existen atributos de alto nivel.

3) La Distancia al Punto Ideal (DPI)

Con este método, la aptitud del territorio para cada actividad sectorial se evalúa por medio de una regla de decisión que “mide” la cercanía de

cada alternativa de decisión a un valor o punto ideal. Este punto representa una alternativa hipotética, cuya aptitud es máxima; es decir, en la que todos los atributos considerados por el sector alcanzan el nivel más alto posible. La distancia al punto ideal (DPI) es medida en términos de una determinada métrica; generalizando para una familia de métricas, empleando una escala de intervalo estandarizada [0-1] (Bojórquez *et al.*, 2003, Zeleny *en* Pereira y Duckstein, 1993, Malczewski, 1999):

$$d_j^k = \left[\sum_i^I w_{ij}^p (1 - x_{ij}^k)^p \right]^{1/p} \quad (\text{A5-12})$$

Donde d es la distancia al punto ideal de la alternativa k , para el sector j ; w es el peso o valor de importancia relativa asignado al atributo i por el sector j ; el punto ideal está representado en este caso por el I dentro del paréntesis, el máximo en la escala [0-1]; x es el valor del atributo i , medido también en dicha escala, que condiciona el objetivo del sector j , en la alternativa k ; y p es un parámetro exponencial cuyo valor, tomado del intervalo $[1 - \infty]$, determina la métrica con la que se mide la distancia al punto ideal.

Por el efecto del exponente p en la regla de decisión se dice que su valor implica uno de tres modos de decisión básicos. Cuando vale uno, se dice que el modo de decisión es totalmente compensatorio, lo que significa que una unidad de menos de un atributo puede ser completamente compensada por una unidad de más de otro atributo. Subsecuentemente, un valor de dos, equivale a un modo de decisión parcialmente compensatorio y un valor de p cercano al infinito representa un modo de decisión totalmente no compensatorio.

Se ha probado que si los valores de las variables de decisión y los pesos relativos están estandarizados a una escala común de intervalo [0-1] (como se recomienda aquí) se llega a un modo de decisión totalmente no compensatorio cuando $p \geq 10$.

Para tener los pesos relativos y las variables de decisión en una escala de intervalo estandarizada [0-1] se recomienda obtener los primeros mediante un método como el PAJ y las segundas estandarizadas a través de funciones de utilidad. En otras palabras, la ecuación (A5-12) puede escribirse también como:

$$d_j^k = \left[\sum_i^I w_{ij}^p (1 - u(x_{ij}^k))^p \right]^{1/p} \quad (\text{A5-13})$$

Donde $u(x_{ij}^k)$ es la función de utilidad para el atributo i que condiciona el objetivo del sector j .

La expresión (x.8) está sujeta a las siguientes condiciones:

$$w_{ij} > 0 \quad (\text{A5-14})$$

$$\sum_i^I w_{ij} = 1 \quad (\text{A5-15})$$

$$0 \leq u(x_{ij}) \leq 1 \quad (\text{A5-16})$$

$$0 \leq d_j^k \leq 1 \quad (\text{A5-17})$$

Las expresiones (A5-14) y (A5-15) son requisitos del método PAJ; la (A5-16) representa la variable de decisión estandarizada a través de una función de utilidad e indica el intervalo de valores que puede tomar; y la (A5-17) resulta de la expresión (A5-13), cuando se satisfacen las condiciones (A5-14) a (A5-17).

Debe tenerse cuidado al interpretar y manipular matemáticamente la distancia al punto ideal; no se olvide que la aptitud del territorio aumenta conforme d disminuye. Si el punto ideal está representado por el valor de uno, como aquí recomendamos, la siguiente relación es válida:

$$a = 1 - d \tag{A5-18}$$

Donde a es la aptitud del territorio y d es la distancia al punto ideal.

Ejemplo 7.

Retomando los mapas de los atributos ambientales estandarizados con función de utilidad del ejemplo 5, podemos operar la parte interna de la sumatoria (A5-18) para las diferentes métricas (p); esto es:

$$w_{ij}^p (1 - u(x_{ij}^k))^p, \text{ para } p = 1, 2 \text{ y } 10 \text{ (Figuras A5-22 a A5-25)}$$

FIGURA A5.22. DISTANCIA AL PUNTO IDEAL DEL MAPA X_{11}

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Distancia al punto ideal del mapa de vegetación con función de utilidad para el sector agrícola, aplicando diferentes métricas (p)														
										p=1				
										3.0E-02	6.0E-02	1.2E-01	1.2E-01	0.0E+00
										3.0E-02	3.0E-02	1.2E-01	0.0E+00	0.0E+00
										3.0E-02	1.2E-01	6.0E-02	6.0E-02	3.0E-02
										0.0E+00	0.0E+00	6.0E-02	6.0E-02	1.2E-01
										0.0E+00	3.0E-02	3.0E-02	1.2E-01	3.0E-02
										p=2				
										9.0E-04	3.6E-03	1.4E-02	1.4E-02	0.0E+00
										9.0E-04	9.0E-04	1.4E-02	0.0E+00	0.0E+00
										9.0E-04	1.4E-02	3.6E-03	3.6E-03	9.0E-04
										0.0E+00	0.0E+00	3.6E-03	3.6E-03	1.4E-02
										0.0E+00	9.0E-04	9.0E-04	1.4E-02	9.0E-04
										p=10				
										5.9E-16	6.0E-13	6.2E-10	6.2E-10	0.0E+00
										5.9E-16	5.9E-16	6.2E-10	0.0E+00	0.0E+00
										5.9E-16	6.2E-10	6.0E-13	6.0E-13	5.9E-16
										0.0E+00	0.0E+00	6.0E-13	6.0E-13	6.2E-10
										0.0E+00	5.9E-16	5.9E-16	6.2E-10	5.9E-16

FIGURA A5.23. DISTANCIA AL PUNTO IDEAL DEL MAPA X₂₁

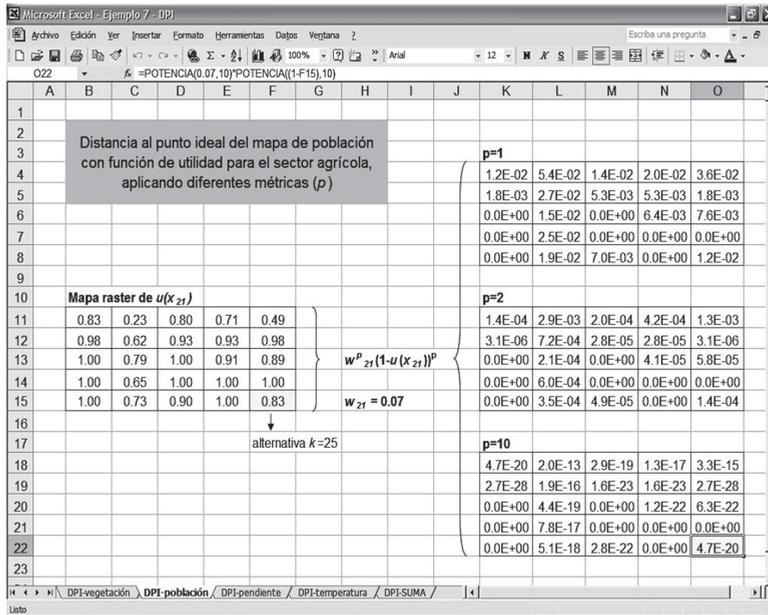


FIGURA A5.24. DISTANCIA AL PUNTO IDEAL DEL MAPA X₃₁

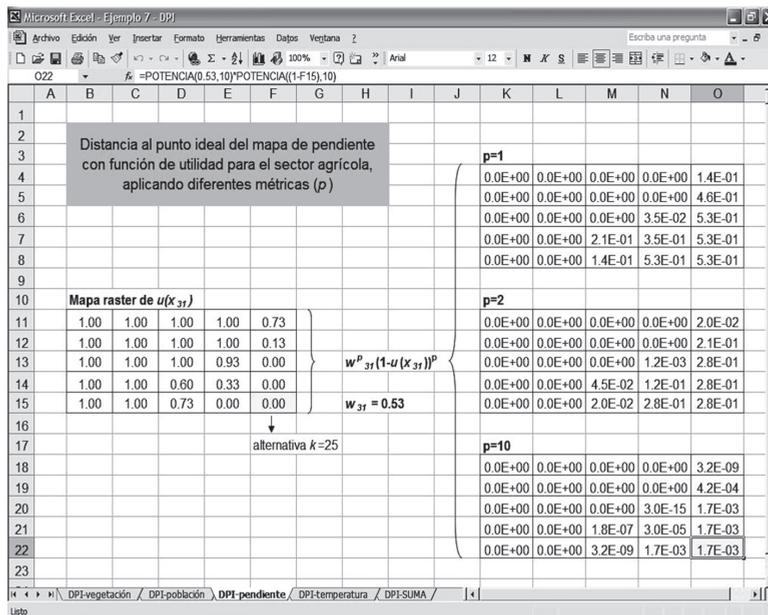


FIGURA A5.25. DISTANCIA AL PUNTO IDEAL DEL MAPA X_{41}

The spreadsheet shows the following data and formulas:

- Mapa raster de $u(x_{ij})$** (rows 11-15):

0.77	0.79	0.94	1.00	1.00
0.70	0.77	1.00	1.00	1.00
0.74	0.87	1.00	1.00	0.94
0.88	1.00	1.00	0.89	0.87
0.88	0.99	0.97	0.84	0.82
- Weight matrix w_{ij}** (rows 14-15):

0.88	1.00	1.00	0.89	0.87
0.88	0.99	0.97	0.84	0.82
- Weight $w_{ij} = 0.25$** (row 15).
- Formula for distance:** $w_{ij}^{p_{ij}} (1 - u(x_{ij}))^{p_{ij}}$ (row 14).
- Alternative $k=25$** (row 17).
- Results for different metrics:**
 - p=1:** (rows 4-8)

5.9E-02	5.2E-02	1.5E-02	0.0E+00	0.0E+00
7.6E-02	5.8E-02	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
6.4E-02	3.1E-02	0.0E+00	0.0E+00	1.5E-02
3.8E-02	0.0E+00	0.0E+00	2.7E-02	3.2E-02
2.9E-02	1.8E-03	8.3E-03	4.0E-02	4.5E-02
 - p=2:** (rows 11-15)

3.4E-03	2.7E-03	2.4E-04	0.0E+00	0.0E+00
5.7E-03	3.3E-03	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
4.1E-03	9.8E-04	0.0E+00	0.0E+00	2.3E-04
1.3E-03	0.0E+00	0.0E+00	7.1E-04	1.0E-03
8.5E-04	3.3E-06	6.9E-05	1.6E-03	2.0E-03
 - p=10:** (rows 18-22)

4.8E-13	1.4E-13	7.8E-19	0.0E+00	0.0E+00
6.2E-12	4.0E-13	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
1.2E-12	9.2E-16	0.0E+00	0.0E+00	5.8E-19
3.6E-15	0.0E+00	0.0E+00	1.8E-16	1.0E-15
4.3E-16	3.9E-28	1.6E-21	1.0E-14	3.4E-14

Completando la sumatoria (A5-13) con los resultados de las operaciones anteriores obtenemos los mapas con las distancias al punto ideal (definido por el valor 1 para este caso) para las diferentes métricas. Los mapas de aptitud se generan finalmente al aplicar (A5-18) a los mapas de la distancia al punto ideal (Figura A5.26).

FIGURA A5.26. MAPAS DE LA DISTANCIA AL PUNTO IDEAL Y DE APTITUD

The spreadsheet shows the following data and formulas:

- Distance to Ideal Point (d_{ij}) for different metrics:**
 - p=1:** (rows 7-12)

0.10	0.17	0.15	0.14	0.19
0.11	0.11	0.13	0.01	0.46
0.09	0.17	0.06	0.10	0.58
0.04	0.02	0.27	0.44	0.68
0.03	0.05	0.19	0.69	0.62
 - p=2:** (rows 7-12)

0.07	0.10	0.12	0.12	0.15
0.08	0.07	0.12	0.01	0.46
0.07	0.12	0.06	0.07	0.53
0.04	0.02	0.22	0.36	0.54
0.03	0.04	0.14	0.54	0.53
 - p=10:** (rows 7-12)

0.06	0.06	0.12	0.12	0.14
0.08	0.06	0.12	0.01	0.46
0.06	0.12	0.06	0.06	0.53
0.04	0.02	0.21	0.35	0.53
0.03	0.03	0.14	0.53	0.53
- Formula for aptitude:** $a_{ij} = 1 - d_{ij}$ (rows 13-14).
- Mapa de aptitud (a_{ij}) for different metrics:**
 - p=1:** (rows 17-22)

0.90	0.83	0.85	0.86	0.82
0.89	0.89	0.87	0.99	0.54
0.91	0.83	0.94	0.90	0.42
0.96	0.98	0.73	0.56	0.32
0.97	0.95	0.81	0.31	0.38
 - p=2:** (rows 17-22)

0.93	0.90	0.88	0.88	0.85
0.92	0.93	0.88	0.99	0.54
0.93	0.88	0.94	0.93	0.47
0.96	0.98	0.78	0.64	0.46
0.97	0.96	0.86	0.46	0.47
 - p=10:** (rows 17-22)

0.94	0.94	0.88	0.88	0.86
0.92	0.94	0.88	0.99	0.54
0.94	0.88	0.94	0.94	0.47
0.96	0.98	0.79	0.65	0.47
0.97	0.97	0.86	0.47	0.47

Fin ejemplo 7.

Pasos a seguir para aplicar la DPI en un SIG para obtener los mapas de aptitud sectorial

1. Para cada uno de los sectores involucrados en el área de estudio:
 - Identificar los criterios de decisión en un proceso de participación pública (ver Anexo 3).
 - Ponderar los criterios de decisión en una escala de intervalo [0-1], mediante alguna de las técnicas sugeridas en el Anexo 3, preferentemente el PAJ.
 - Generar las funciones de utilidad para cada uno de los atributos ambientales, de acuerdo con los métodos explicados en el Anexo 3.
 - Estandarizar los mapas de los atributos ambientales a una escala de intervalo [0-1] en el SIG, mediante la aplicación de las funciones de utilidad (ver Anexo 3).
 - Seleccionar uno de los tres modos de decisión ($p = 1$, $p = 2$ o $p = 10$) para aplicar a la ecuación (A5-12) o (A5-13).
 - Elevar los pesos de importancia relativa al exponente p .
 - Mediante operaciones escalares en el SIG, restar cada uno de los mapas de atributos ambientales a la unidad (punto ideal) y luego elevar el residuo al exponente p como indica la ecuación (A5-12) o (A5-13).
 - Multiplicar los mapas resultantes del punto anterior por el peso de importancia relativa correspondiente, previamente elevado al exponente p .
 - Sumar todos los mapas que resultan de los productos del punto anterior y elevar el resultado al exponente $1/p$.

Elementos a considerar para la selección y aplicación de la DPI

Supuestos teóricos del método

- Esta regla de decisión implica diferentes modos de decisión, dependiendo de la métrica (exponente p) con la que se mida la distancia al punto ideal.
- El método no exige una estricta independencia de criterios cuando se emplean los modos de decisión totalmente no compensatorio y parcialmente compensatorio, esto debido a que disminuye el efecto aditivo de las variables de decisión conforme el exponente p de la ecuación (A5-12) o (A5-13) crece.

Ventajas

- Este método es muy adecuado cuando se sospecha que puede existir dependencia entre los criterios de decisión considerados por un sector, problema común en este tipo de estudios. La inclusión de criterios altamente correlacionados no afecta significativamente el valor de aptitud de las alternativas, particularmente en el caso de que se emplean los modos de decisión totalmente no compensatorio ($p \geq 10$) y parcialmente compensatorio ($p = 2$).
- Pueden ensayarse diversos modos de decisión, dependiendo de lo que los participantes consideren más adecuado.
- La aplicación de funciones de utilidad, en conjunto con un método avanzado para la identificación y ponderación de criterios de decisión como el PAJ, asegura resultados más detallados y convincentes, de manera similar al método de la CLPFU.

Desventajas

- Por su complejidad, el método requiere mayor tiempo de explicación o un mayor nivel de conocimientos de los participantes de los talleres de consulta pública. Debe considerarse que es necesaria una explicación detallada del método para asegurar su cabal comprensión y convencer al público de que su uso promete mejores resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- Bojórquez-Tapia, L.A., E. Ongay-Delhumeau y E. Ezcurra. 1994. Multivariate Approach for Suitability Assessment and Environmental Conflict Resolution. *Journal of Environmental Management*.
- Bojórquez-Tapia, L.A., H. de la Cueva, S. Díaz, D. Melgarejo, G. Alcantar, M. Solares, G. Grobet, y G. Cruz-Bello (en prensa). Environmental conflicts and nature reserves: Redesigning Sierra San Pedro Mártir National Park, México. *Biological Conservation*.
- Bojórquez-Tapia, L.A., L.P. Brower, G. Castilleja, S. Sánchez-Colón, M. Hernández, W. Calvert, S. Díaz, P. Gómez-Priego, G. Alcantar, D. Melgarejo, M. Solares, L. Gutiérrez, M. Juárez. 2003. Mapping expert knowledge: redesigning the monarch butterfly biosphere reserve. *Conservation Biology* 17: 367-379.
- Bojórquez-Tapia, L.A., S. Díaz y E. Ezcurra. 2001. GIS-based Approach for Participatory Decision Making and Land Suitability Assessment. *Journal of Geographical Information Science* 15: 129-151.
- Bojórquez-Tapia, L.A., S. Díaz y R. Saunier. 1997. Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de Nayarit. OEA-UNAM, México, D.F.
- Burrough, P.A. y R.A. McDonnell. 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press. New York. 333 pp.
- Crowfoot, J.E. y J.M. Wondolleck. 1990. Citizen Organization and Environmental Conflict. En: pp. 1-16, J.E. Crowfoot y J.W. Wondolleck (eds.), *Environmental Disputes, Community Involvement in Conflict Resolution*. Island Press. Washington, D.C. 275 pp.
- Digby, P.G.N. y R.A. Kempton. 1987. *Multivariate analysis of ecological communities*. Chapman and Hall. London.
- Dijkstra, D.P. 1984. *Mathematical programming for natural resource management*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Eastman, J.R., P.A.K. Kyem, J. Toledano y W. Jin. 1993. *GIS and Decision Making*. UNITAR. Geneve.
- Gower, J.C. 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*. 53: 325-338.

- Keeney, J.M. y H. Raifa. 1976. Decisions with multiple objectives: preferences and multiple tradeoffs. Wiley. Nueva York.
- Lahdelma, R., P. Salminen, J. Hockkanen. 2000. Using Multicriteria Methods in Environmental Planning and Management. *Environmental Management* 26: 595-605.
- Malczewski, J. 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley & Sons. Nueva York. 392 pp.
- Malczewski, J. 1999. Spatial Multicriteria Decision Analysis. En: pp 11-48, Thill, J.C. (ed.), *Spatial Multicriteria Decision Making and Analysis, a Geographic Information Sciences Approach*. Ashgate Publishing Ltd. Gower House.
- Malczewski, J., R. Moreno-Sánchez, L.A. Bojórquez-Tapia y E. Ongay-Delhumeau. 1997. Multicriteria Group Decision Making Model for Environmental Conflict Analysis in the Cape Region, Mexico. *Journal of Environmental Planning and Management* 40 : 349-374.
- Noy-Meir, Y. 1973. Data transformations in Ecological Ordinations I. Some Advantages of Non-centering. *Journal of Ecology* 61: 753-760.
- Pereira, J. y L. Duckstein. 1993. A Multiple Criteria Decision Making Approach to GIS-based Land Suitability Evaluation. *Journal of Geographical Information Systems* 7: 407-424.
- Pielou, E.C. 1984. *The Interpretation of Ecological Data: A Primer on Classification and Ordination*. John Wiley & Sons.
- Shrader-Frechette, K.S. y E.D. McCoy. 1993. *Method in Ecology, Strategies for Conservation*. Cambridge University Press. Cambridge, 328 pp.
- Thill, J.C. (ed.) 1999. *Multicriteria decision-making and analysis: a geographic information sciences approach*. Ashgate Publishing. Brookfield.

