

CONAMA 2022
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Metodología multicriterio para la priorización de acciones de adaptación



CONAMA 2022

METODOLOGÍA MULTICRITERIO PARA LA PRIORIZACIÓN DE ACCIONES DE ADAPTACIÓN

Autor Principal: Marta Reguilón Del Monte (EuroVértice Consultores)

Otros autores: José Pablo Delgado Marín (EuroVértice Consultores)

ÍNDICE

1. Título
2. Palabras Clave
3. Resumen
4. Introducción
5. Metodología
6. Resultados
7. Discusión
8. Conclusiones
9. Bibliografía

TÍTULO

Metodología multicriterio para la priorización de acciones de adaptación.

PALABRAS CLAVE

Adaptación al cambio climático; colaboración público-privada; mecenazgo; Pacto de las Alcaldías.

RESUMEN

La adaptación al cambio climático de nuestras ciudades constituye uno de los ejes prioritarios en la ambición climática local. El Pacto de las Alcaldías representa un instrumento válido para abordar el problema. Los municipios que se adhieren voluntariamente a esta iniciativa ponen en práctica la acción local, pensando globalmente. Su participación en esta iniciativa pasa por un análisis de la situación actual y por la elaboración de un plan de acción que incluye medidas de mitigación, adaptación y lucha contra la pobreza energética (PACES).

Al contrario de lo que ocurre con las acciones de mitigación, en las que su rentabilidad favorece la inversión, las acciones de adaptación, además de ser más costosas, presentan retornos a más largo plazo (hasta 50 años), dificultando su rentabilidad inmediata. Esto hace que el empleo de recursos municipales en las acciones de adaptación haya de ser cuidadosamente priorizado. Y esta priorización se ha de realizar de una manera multicriterio, teniendo en cuenta diversos aspectos que, siendo independientes entre sí, pueden facilitar la toma de decisiones sobre dónde y cómo actuar en cada momento.

Además, en el proyecto LIFE CITYAdaP3 se ha demostrado la validez de los acuerdos de colaboración público-privada para financiar las acciones de adaptación local al cambio climático. Para ello, también se requiere la selección de acciones que puedan ser financiadas por las empresas locales, a través de su RSC.

El trabajo desarrollado, propone el uso de la metodología TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*), de toma de decisiones multicriterio, basada en el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para identificar soluciones a partir de un conjunto finito de alternativas. El principio básico es que la alternativa elegida debe acercarse lo más posible a la solución ideal. De esta manera, la toma de decisiones y la priorización de las acciones de adaptación local se basarán en una serie de criterios.

La definición de los criterios obliga a un proceso de toma de decisión en dos fases: una primera eminentemente técnica y una segunda en la que las protagonistas son las empresas que seleccionan la actuación que prefieren financiar, a partir de otro conjunto de criterios previamente establecidos.

El resultado es una herramienta potente de toma de decisiones que facilita la priorización de las acciones a abordar por parte de las administraciones locales (y regionales), así como la identificación de acciones que pudieran ser financiadas por empresas locales a través de su RSC.

INTRODUCCIÓN

El Pacto de las Alcaldías es la mayor iniciativa global para luchar localmente contra el cambio climático. Iniciado por municipios europeos, ya tiene un alcance mundial y, en la actualidad, son más de 11.000 municipios los que se han adherido voluntariamente a esta manera de abordar la lucha local contra el cambio climático. El Pacto propone actuar a tres niveles, siempre de una manera local: mitigación del cambio climático (actuaciones de eficiencia energética y de aprovechamiento de las energías renovables), adaptación al cambio climático y, recientemente, se ha unido la lucha contra la pobreza energética, que adquiere especial relevancia en la actual situación de emergencia energética.

Las acciones de mitigación del cambio climático son bien conocidas, pues se lleva trabajando en ellas desde hace más de dos décadas. Además, su desarrollo siempre implica una reducción en los costes energéticos y una cierta rentabilidad económica, destacable en algunos casos. Sin embargo, la adaptación de nuestros territorios al cambio climático es bastante más compleja, partiendo de la base de que el retorno de las inversiones se ve a medio-largo plazo. Esto hace que las administraciones locales se centren en las inversiones relacionadas con la mitigación antes que en las de adaptación, también más costosas.

En el marco del proyecto LIFE CITYAdaP3 (LIFE19 CCA/ES/001209), se ha desarrollado un nuevo esquema de financiación de las acciones de adaptación local al cambio climático, basado en la colaboración público-privada. En efecto, el proyecto ha iniciado una nueva senda en la que, mediante la involucración de las empresas locales y su activa responsabilidad social corporativa (RSC), las empresas toman partido en el diseño de la adaptación local al cambio climático, involucrándose en la toma de decisiones y en la financiación de las acciones.

Los municipios adheridos al Pacto de las Alcaldías desarrollan un Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible (PACES), que define y calendariza las acciones a llevar a cabo en el

municipio. El Pacto sugiere la utilización de metodologías multicriterio a la hora de priorizar estas acciones y definir el calendario de actuación. Para ello, los municipios crean un grupo de trabajo con los agentes involucrados (*stakeholders*), quienes también participan en esta priorización de las actuaciones.

Los criterios que se suelen tener en cuenta a la hora de seleccionar las acciones suelen ser efectividad, equidad, flexibilidad, urgencia, coste, disponibilidad de financiación, etc. Sin embargo, cuando las empresas locales pasan a formar parte de este grupo de agentes involucrados, surgen otros criterios que pueden ser necesarios tener en cuenta para favorecer el compromiso de las empresas locales con la financiación de las acciones que les son más interesantes. Esos nuevos criterios pueden ser el carácter demostrativo, relevancia, aceptación social, visibilidad o hasta su propio interés en cofinanciarlas.

Para abordar este reto, el presente trabajo propone la aplicación de metodologías de toma de decisión multicriterio. Estas técnicas permiten priorizar entre distintas opciones para solucionar un determinado problema, a partir de la valoración de un número determinado de criterios que afectan en la toma de decisión. En particular, se han aplicado, de manera simultánea, la técnica de procesamiento analítico jerárquico (*Analytic Hierarchy Process, AHP*) y la técnica para ordenar la preferencia por similitud con la solución ideal (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS*). El método propuesto permite priorizar las acciones de adaptación al cambio climático a partir de los criterios identificados.

Selección de los criterios de valoración

En este proceso han participado representantes de todas las entidades socias del proyecto LIFE CITYAdaP3. El primer paso debe consistir en la identificación de los criterios que servirán para valorar las diferentes acciones propuestas. La experiencia nos advierte que la evaluación de las acciones bajo ciertos criterios no está al alcance de todos los participantes en el proceso de toma de decisión. Por ejemplo, la disponibilidad de financiación, el coste, la urgencia o el impacto generado pueden ser criterios bien conocidos por los representantes municipales, pero en menos medida por los agentes involucrados, principalmente las empresas cofinanciadoras.

Por ello, se propone una selección en dos fases:

Fase 1: valoración por parte de los **representantes municipales**, tanto técnicos como políticos, así como stakeholders que forman parte del grupo de trabajo del PACES. Como resultado de este proceso de deliberación, se han seleccionado los siguientes criterios:

Criterios ambientales y técnicos

- **Urgencia:** ¿cómo de necesaria es la medida para la adaptación al cambio climático del municipio?
- **Efectividad:** ¿podrá la acción solucionar el problema/riesgo climático abordado?
- **Impacto:** ¿cuánta población se verá beneficiada por la acción?

Criterios sociales y políticos

- **Complementariedad:** ¿es una acción multi-objetivo? ¿Tiene un impacto positivo sobre otros riesgos climáticos?
- **Aceptabilidad:** ¿aceptarán la mayoría de los habitantes/agentes interesados esta acción?

Criterios económicos

- **Financiación/Coste:** ¿dispone el municipio de capacidad financiera o acceso potencial a fondos para implementar la acción? ¿Podrá asumir también su mantenimiento a largo plazo?
- **Relación coste/beneficio:** ¿son suficientes los beneficios que genera la actuación para asumir el coste necesario para llevarla a cabo?

Fase 2: valoración por parte de las **empresas interesadas** en cofinanciar acciones de adaptación al cambio climático a través de su RSC. En este caso, se han seleccionado los siguientes criterios:

Criterios ambientales y técnicos

- **Innovación/Carácter demostrativo:** ¿supondrá esta acción un avance respecto al estado del arte a nivel regional/nacional/europeo?
- **Relevancia:** ¿es la acción realmente importante para solucionar un problema/riesgo climático del municipio?

Criterios sociales y políticos

- **Aceptabilidad social:** ¿aceptarán la mayoría de los habitantes/agentes interesados esta acción?
- **Visibilidad:** ¿podría tener la acción una repercusión positiva desde el punto de vista de los medios de comunicación, la RSC o la reputación de la empresa?
- **Posibilidad de co-diseño:** ¿podrán colaborar las empresas, los agentes interesados o los habitantes en el co-diseño de la acción?

Criterios económicos

- **Interés de co-financiación:** ¿estaría la empresa dispuesta a colaborar en su financiación?

METODOLOGÍA

Una vez identificados los criterios de valoración, se ha aplicado la metodología combinada AHP-TOPSIS. Esta combinación se ha empleado en la identificación de soluciones idóneas en otras áreas (Hanine *et al.*, 2016; Balioti *et al.*, 2018; Jahanshahlooa *et al.*, 2006).

Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

La técnica AHP es un proceso que consta de los siguientes pasos (Saaty y Vargas 2001; Saaty 2008):

Paso 1: Definición de una matriz de comparación en la que el conjunto de criterios propuesto se compara consigo mismo. Para ello, se ha utilizado la escala fundamental de preferencias que define Saaty (2008):

- C_i y C_j son igualmente importantes (II): 1
- C_i es moderadamente más importante que C_j (m+I): 3
- C_i es más importante que C_j (+I): 5
- C_i es mucho más importante que C_j (M+I): 7
- C_i es extremadamente más importante que C_j (E+I): 9

En caso contrario, cuando los criterios “i” son menos importantes de que los “j”, se utilizan los valores inversos: $1/II$, $1/(m+I)$, $1/(+I)$, $1/(M+I)$ y $1/(E+I)$.

Las tablas de comparación binaria entre criterios, con la media de los valores obtenidos por los 15 expertos participantes en las encuestas de valoración se representa en los cuadros 1 y 2

Cuadro 1. Comparación binaria entre criterios (Fase 1)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1,000	0,273	0,216	0,656	0,471	0,298	0,432
C2	3,667	1,000	1,616	3,086	1,295	0,831	0,890
C3	4,632	0,619	1,000	1,404	0,497	0,312	0,509
C4	1,524	0,324	0,712	1,000	0,220	0,181	0,176
C5	2,123	0,772	2,013	4,547	1,000	0,298	0,329
C6	3,356	1,204	3,210	5,533	3,356	1,000	1,066
C7	2,316	1,124	1,965	5,667	3,044	0,938	1,000

C1 Urgencia; C2 Efectividad; C3 Impacto; C4 Complementariedad; C5 Aceptabilidad; C6 Financiación/Coste; C7 Relación coste/beneficio. Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. Comparación binaria entre criterios (Fase 2)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
C1	1,000	0,498	0,508	0,325	1,087	0,261
C2	2,007	1,000	0,858	0,833	1,346	0,323
C3	1,969	1,165	1,000	0,795	2,331	0,348
C4	3,080	1,201	1,258	1,000	1,639	0,336
C5	0,920	0,743	0,429	0,610	1,000	0,269
C6	3,836	3,099	2,875	2,978	3,711	1,000

C1 Innovación/Carácter demostrativo; C2 Relevancia; C3 Aceptabilidad social; C4 Visibilidad; C5 Posibilidad de co-diseño; C6 Interés de co-financiación. Fuente: elaboración propia.

Paso 2: Determinación del vector de pesos (P_i), que representa la importancia relativa de los factores. Para ello, se calculan los vectores propios correspondientes a los valores de comparación, según la siguiente expresión:

$$P_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^{j=n} V_{ij}}}{\sum_i \prod_{j=1}^{j=n} V_{ij}}$$

donde V_{ij} se corresponde con los valores de comparación entre el criterio C_i y el C_j , y n es el número de criterios valorados.

Paso 3: Verificación de la consistencia de los juicios de comparación a través del Índice de Consistencia (IC) y el Ratio de Consistencia (RC).

$$IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1}$$

donde $\lambda_{m\acute{a}x}$ es el valor Eigen correspondiente a la matriz de comparaciones V_{ij} :

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \frac{\sum_i \left[\frac{\sum_j (V_{ij} \cdot P_j)}{P_i} \right]}{n}$$

El ratio de consistencia (RC) se define como el cociente entre el IC y el índice de consistencia aleatoria (ICA), valor que depende del número de criterios, según el cuadro 3. Este índice representa la consistencia de los resultados obtenidos con las encuestas a los expertos, de manera que valores del ICA inferiores a 0.1 indican una consistencia aceptable de los valores de comparación y, por consiguiente, verifica la validez del método. En nuestro caso, los valores de RC son:

- $RC_{representantes\ municipales} = 0.055$
- $RC_{empresas\ interesadas} = 0.014$

Cuadro 3. Valores normalizados del ICA

Número de criterios	ICA
6	1.24
7	1.32

Fuente: Saaty (2008)

Como resultado de la aplicación de la técnica AHP, se obtienen los vectores de pesos correspondientes a las baterías de criterios establecidos para ambas fases. Sus valores se recogen en los cuadros 4 y 5.

Cuadro 4. Vector de pesos correspondiente a los criterios de la fase 1

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
P _i	5,0%	18,0%	10,2%	5,1%	12,7%	26,5%	22,5%

C1 Urgencia; C2 Efectividad; C3 Impacto; C4 Complementariedad; C5 Aceptabilidad; C6 Financiación/Coste; C7 Relación coste/beneficio. Fuente: elaboración propia.

Cuadro 5. Vector de pesos correspondiente a los criterios de la fase 2

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
P _i	7,6%	13,2%	15,3%	16,7%	8,6%	38,5%

C1 Innovación/Carácter demostrativo; C2 Relevancia; C3 Aceptabilidad social; C4 Visibilidad; C5 Posibilidad de co-diseño; C6 Interés de co-financiación. Fuente: elaboración propia

Técnica para ordenar la preferencia por similitud con la solución ideal (TOPSIS)

El método TOPSIS fue desarrollado por Hwang y Yoon (1981) para la resolución de problemas de toma de decisión multicriterio. Está basado en que la acción elegida debe estar lo más cerca posible de la solución ideal positiva (A^+) y la mayor distancia posible de a la solución ideal negativa (A^-). En definitiva, según este método, la solución ideal positiva maximiza la efectividad de la acción y minimiza su coste, mientras que la solución ideal negativa maximiza el coste y minimiza su efectividad.

Una vez elaborada la matriz de decisión que surge de la valoración, por parte de los participantes, de cada una de las acciones según cada uno de los criterios establecidos, según Tsaur (2011) y Ding (2012), los pasos de la metodología TOPSIS son:

Paso 1: Normalizar la matriz de decisión mediante la siguiente ecuación:

$$mdn = \frac{v_j(A_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [v_j(A_i)]^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m; y j = 1, 2, \dots, n$$

donde $v_j(A_i)$ es el valor medio de las valoraciones de la acción A_i bajo el criterio C_j , n es el número de criterios y m es el número de acciones de adaptación propuestas para su priorización o selección.

Paso 2: Calcular la matriz de decisión normalizada y ponderada según el vector de pesos obtenido con el método AHP (P_i). Esta matriz se obtiene multiplicando la matriz de decisión normalizada por el peso asociado a cada criterio:

$$mdnp = mdn_{ij} \cdot P_j$$

Paso 3: Identificar la solución ideal positiva (A^+) y la solución ideal negativa (A^-). La A^+ se define como el vector formado por las acciones que ofrecen el menor valor, para cada criterio, de entre todos los obtenidos en la matriz de decisión normalizada y ponderada. Al contrario, la A^- se define como el vector formado por las acciones que presentan el máximo valor en esa matriz. De esta manera, ambas soluciones se conforman como un vector con valores específicos para cada criterio.

Paso 4: Medida de la distancia euclidiana de cada alternativa con respecto a las soluciones ideales positivas y negativas, según las expresiones:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (mdnp_{ij} - A_j^+)^2}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (mdnp_{ij} - A_j^-)^2}$$

Paso 5: Determinación de la proximidad relativa de la i -ésima alternativa a la solución ideal utilizando la siguiente ecuación:

$$RA_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

De manera que los valores calculados para RA_i estarán comprendidos entre 0 y 1. La acción seleccionada entre las m acciones propuestas a partir de la valoración de los n criterios será que obtenga una mayor proximidad relativa. De igual manera, si se quiere seleccionar o priorizar un cierto número de ellas, éstas se corresponderán con la que mejor RA_i obtengan.

RESULTADOS

En el proceso de seguimiento del PACES del municipio de Lorquí, se realiza una valoración técnica de las acciones propuestas (fase 1), bajo los criterios propuestos para dicha fase. Los valores propuestos se pueden observar en el cuadro 6. La aplicación del modelo ofrece como resultado los valores mostrados en la Figura 1. Estos valores representan el porcentaje de proximidad a la solución ideal, encontrándose ésta en el 100%.

Esto permite identificar las acciones que suponen una mayor prioridad para el municipio, de acuerdo con la opinión de los encuestados (en este caso, técnicos municipales y agentes involucrados).

Dichas acciones son las que pasan a la fase 2. En esta fase, se reúne a las empresas interesadas en participar, a través de su RSC, en la adaptación de su municipio al cambio climático. En esta fase, los criterios propuestos tratan de seleccionar las acciones con las que más se identifique las empresas y que les ofrezcan una mayor rentabilidad en términos de visibilidad y aceptabilidad ciudadana, entre otros.

Para la identificación de las empresas se han llevado a cabo acciones de comunicación, difusión de la iniciativa, talleres informativos, etc. Además, las empresas interesadas han recibido una visita individualizada del alcalde, concejales y/o técnicos municipales para comentarles, de primera mano y de una manera pormenorizada, las características del compromiso que adquieren participando en esta iniciativa.

Cuadro 6. Valoración de las acciones propuestas en el PACES (fase 1)

Acciones PACES	Urgencia	Efectividad	Impacto	Complementariedad	Aceptabilidad	Financiación/Coste	Relación coste/beneficio
	Máx: 10 Min: 1	Máx: 10 Min: 1					
A1 Fomento de edificaciones con elementos de adaptación al cambio climático	10	8	10	10	9	8	9
A2 Plan de estabilización de cabezos y mantenimiento de casas cueva	7	9	8	10	10	7	8
A3 Creación de corredores y zonas verdes ensombreadas en áreas urbanas y periurb.	8	10	9	8	7	8	10
A4 Programa de rutas seguras a centros escolares	9	8	4	8	9	9	9
A5 Servicio de ayuda frente a la pobreza energética	7	8	2	9	8	8	6
A6 Concienciación y sensibilización para la reducción de la demanda energética en	10	7	10	5	7	10	8
A7 Fomento de hábitos para la reducción del consumo de agua en el hogar	9	7	10	5	7	10	8
A8 Creación de un tanque de tormentas ecológico en el municipio	9	9	10	7	8	6	7
A9 Seguimiento y mejora de la eficiencia de la red de distribución de agua	6	7	10	5	6	7	6
A10 Fomento de sistemas tradicionales de almacenamiento de agua para recogida de	5	5	8	6	7	8	8
A11 Programa para la reducir la generación de residuos urbanos e incrementar su tas	7	6	10	7	6	9	7
A12 Control y vigilancia de los depósitos de residuos	7	9	10	5	6	8	7
A13 PGOU con criterios de adaptación al cambio climático	7	8	10	9	8	10	9
A14 Fomento de los huertos escolares	6	7	3	7	8	10	8
A15 Cursos de agricultura y jardinería ecológica	3	7	4	6	6	8	5
A16 Plan de arbolado de sombra del municipio	9	8	9	7	7	8	10
A17 Mejora en el diseño y gestión de parques y jardines	9	7	8	6	7	9	10
A18 Recuperación del bosque de ribera del municipio de Lorquí	8	7	7	8	9	7	8
A19 Mejora de los sistemas de control de vectores infecciosos	6	7	10	5	8	6	7
A20 Creación de rutas saludables y seguras	5	8	10	6	8	8	9
A21 Campañas de sensibilización para la protección contra la radiación solar y tempe	7	6	10	5	8	9	9
A22 Mantenimiento y mejora de los servicios de teleasistencia	9	8	10	9	10	8	10
A23 Desarrollo de una cartografía de los riesgos existentes	6	7	5	8	7	7	6
A24 Campañas de concienciación y sensibilización a la ciudadanía	10	6	10	10	10	10	9
A25 Participación en proyectos de demostración que permitan incrementar la capacid	9	8	10	10	9	10	8

Fuente: elaboración propia.

METODOLOGÍA MULTICRITERIO PARA LA PRIORIZACIÓN DE ACCIONES DE ADAPTACIÓN

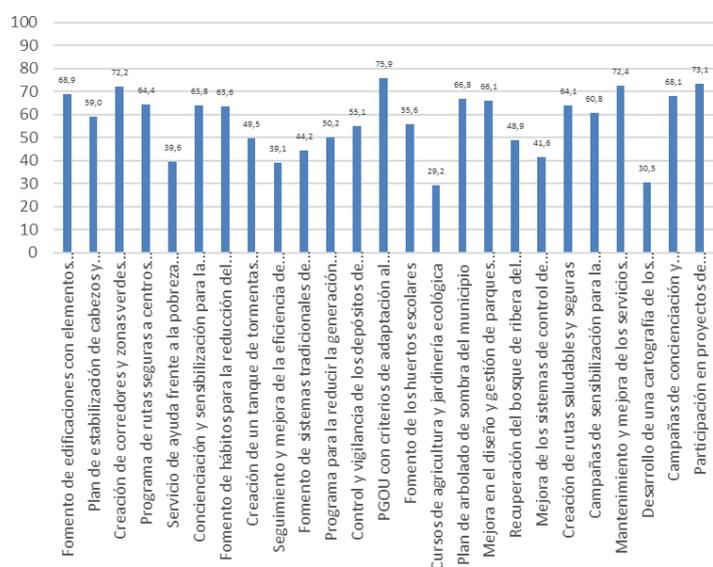


Figura 1. Resultado de la priorización de acciones - fase 1. Fuente: elaboración propia.

La valoración de las acciones por parte de las empresas, en función de los seis criterios propuestos, es tal como se indica en el cuadro 7. La metodología aplicada, ofrece como resultado los valores presentados en la Figura 2.

Cuadro 7. Valoración de las acciones prioritarias, por parte de las empresas (fase 2).

Acciones propuestas	Innovación/Carácter demostrativo		Relevancia		Aceptabilidad social		Visibilidad		Posibilidad de co-diseño		Interés de co-financiación	
	Máx: 10 Min: 1	Máx: 10 Min: 1	Máx: 10 Min: 1	Máx: 10 Min: 1	Máx: 10 Min: 1	Máx: 10 Min: 1	Máx: 10 Min: 1	Máx: 10 Min: 1	Máx: 10 Min: 1	Máx: 10 Min: 1	Máx: 10 Min: 1	
A1 PGOU con criterios de adaptación al cambio climático	7	7	7	5	5	3						
A2 Participación en proyectos de demostración que permitan incrementar la capacidad c	8	6	7	7	8	5						
A3 Creación de corredores y zonas verdes ensombreadas en áreas urbanas y periurbanas	8	8	10	9	9	9						
A4 Mantenimiento y mejora de los servicios de teleasistencia	7	9	10	6	5	5						
A5 Fomento de edificaciones con elementos de adaptación al cambio climático	8	7	8	7	7	6						
A6 Campañas de concienciación y sensibilización a la ciudadanía	7	8	8	9	7	6						
A7 Plan de arbolado de sombra del municipio	8	9	9	9	10	9						
A8 Mejora en el diseño y gestión de parques y jardines	9	8	8	8	9	8						
A9 Programa de rutas seguras a centros escolares	8	8	9	8	9	7						
A10 Creación de rutas saludables y seguras	8	8	10	8	9	8						

Fuente: elaboración propia

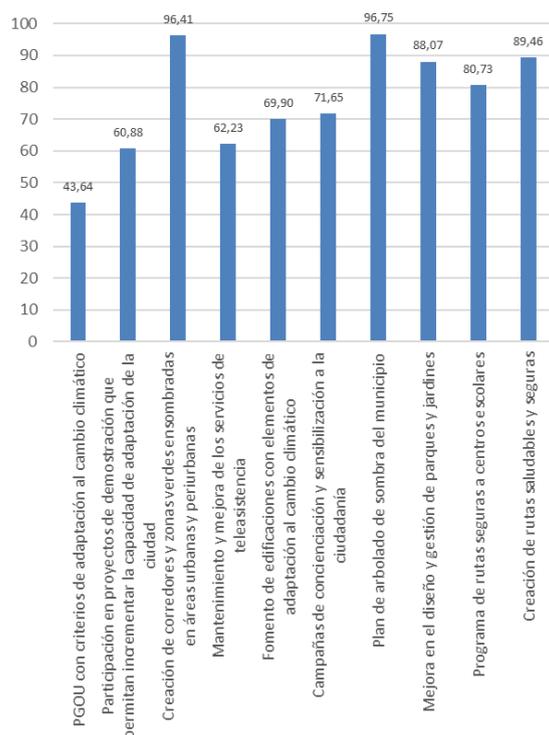


Figura 2. Resultado de la priorización de acciones por parte de las empresas – fase 2. Fuente: elaboración propia.

En definitiva, fruto de este análisis se obtiene una terna de acciones en las que las empresas locales verían bien participar como co-financiadoras de estas:

- 1- Plan de arbolado de sombra del municipio.
- 2- Creación de corredores y zonas verdes ensombradas en áreas urbanas y periurbanas.
- 3- Creación de rutas saludables y seguras.

DISCUSIÓN

El modelo propuesto ha demostrado ser coherente y fiable. La participación de un número importante de agentes (técnicos municipales y representantes de los distintos municipios) da solidez al método propuesto. De aquí que los ratios de consistencia resultantes de la comparación binaria de criterios ofrezcan un valor más que adecuado.

Ciertamente, las acciones seleccionadas cumplen con la mayoría de los requisitos propuestos por las empresas para contribuir económicamente en su desarrollo: ofrecen visibilidad a las empresas, posibilidad de participar en su diseño, una elevada aceptación social en estos momentos, etc. En definitiva, son acciones que ofrecen mayor facilidad para suscitar el interés de las empresas locales y así contribuir en su financiación.

CONCLUSIONES

La metodología de toma de decisiones multicriterio propuesta, desarrollada como una combinación de la AHP y TOPSIS, constituye una herramienta válida para la priorización de acciones en la lucha local contra el cambio climático. De esta manera, se consiguen dos objetivos bien diferenciados: en la fase 1, las autoridades locales pueden priorizar sus inversiones, generando el máximo impacto con los recursos económicos disponibles; en la fase 2, se consigue identificar un abanico de acciones que pudieran interesar a las empresas locales para ayudar financieramente en su implementación, a través de su responsabilidad social corporativa.

Fruto de ello, el proyecto LIFE CITYAdaP3 ha desarrollado sendas herramientas de priorización (una por fase), que serán difundidas a través del Pacto de las Alcaldías a todos aquellos municipios comprometidos en la lucha contra el cambio climático, con el fin de ayudarles en esta encomiable y necesaria tarea.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hanine, M., Boutkhoum, O., Tikniouine, A. y Agouti, T. (2016). Application of an integrated multi-criteria decision making AHP-TOPSIS methodology for ETL software selection. *SpringerPlus* 5, 263. Doi: <https://doi.org/10.1186/s40064-016-1888-z>
2. Balioti, V., Tzimopoulos, C. y Evangelides, C. (2018). Multi-Criteria Decision Making Using TOPSIS Method Under Fuzzy Environment. Application in Spillway Selection. *Proceedings*, 2, 637. Doi: <https://doi.org/10.3390/proceedings2110637>
3. Jahanshahloo, G.R., Hosseinzadeh Lotfia, F. y Izadikhah, M. (2006) Extension of the TOPSIS method for decision-making problems with fuzzy data. *Applied Mathematics and Computation*, 181 (2), 1544-1551. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.amc.2006.02.057>
4. Saaty, T.L. y Vargas, L.G. (2001). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. International*. Series in Operations Research and Management Science
5. Saaty, T.L. (2008). Decision Making With The Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Service Science* 1(1), 83-98.
6. Hwang, C.L., Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: methods and applications*. In Springer, Heidelberg
7. Tsaor, R-C. (2011). Decision risk analysis for an interval TOPSIS method. *Applied Mathematics and Computation* 218(8), 4295–4304
8. Ding, J-F. (2012). Using Fuzzy MCDM Model to Select Middle Managers for Global Shipping Carrier-based Logistics Service Providers. *WSEAS Transactions On Systems*, 11(3), 85-94.