

Elección de ciudad para realizar un máster en Estadística

Rosa Fernández López

2025-11-10

Contents

1	Introducción	2
2	Criterios y alternativas	2
3	Justificación de los criterios	2
3.1	Oferta académica	2
3.2	Coste de vida	3
3.3	Transporte	3
3.4	Oportunidades laborales	3
3.5	Calidad de vida	3
4	Planteamiento del problema	5
4.1	Matriz de decisión	5
5	Aplicación de métodos multicriterio	6
5.1	Método ELECTRE	6
5.2	Método ELECTRE I	8
5.3	Método PROMETHEE	10
5.3.0.1	Ejemplos de representación gráfica de las funciones de preferencia	11
5.3.0.1.1	Criterio de preferencia lineal	11
5.3.0.1.2	Criterio Nivel	11
5.3.0.1.3	Cuasi-criterio	12
5.3.0.1.4	Criterio gaussiano	13
5.3.1	Método PROMETHE I	14
5.3.2	Método PROMETHEE II	16
5.3.3	Método PROMETHEE I (medias)	17
5.3.4	Método PROMETHEE II (medias)	19
5.3.5	Resolución con Promethee Windows	20
5.4	Método AHP	25
5.4.1	Matriz de subcriterios	25
5.4.2	Matrices de Alternativas / Criterios	25
5.4.2.1	Subcriterio Créditos	25
5.4.2.2	Subcriterio Alquiler	26
5.4.2.3	Subcriterio Transporte	26
5.4.2.4	Subcriterio Gastos Básicos	26
5.4.2.5	Subcriterio Tiempo Desplazamiento	26
5.4.2.6	Subcriterio Empleo	26
5.4.2.7	Subcriterio Índice Calidad de Vida	27
5.4.2.8	Subcriterio Seguridad y Sanidad	27
6	Conclusión	50

1 Introducción

Este trabajo tiene como objetivo aplicar técnicas de decisión multicriterio para seleccionar la ciudad más adecuada para cursar un máster en Estadística. He elegido este tema porque, al finalizar el grado en Estadística, muchos estudiantes optamos por continuar nuestra formación con un máster especializado, y la elección de la ciudad donde cursarlo resulta clave, ya que influye tanto en la calidad académica como en las oportunidades profesionales y personales. En el análisis se tienen en cuenta distintos criterios relacionados con la calidad académica y las condiciones personales y económicas, comparando seis ciudades españolas

2 Criterios y alternativas

Criterios evaluados:

- Oferta académica
- Coste de vida
- Transporte
- Oportunidades laborales
- Calidad de vida

Alternativas consideradas:

- Madrid
- Barcelona
- Sevilla
- Valencia
- Granada
- Oviedo

3 Justificación de los criterios

3.1 Oferta académica

Se considera la “Oferta académica” como uno de los criterios principales, ya que la calidad y variedad de los programas disponibles son determinantes a la hora de elegir la ciudad para cursar el máster. Para asignar las puntuaciones a las distintas ciudades en el criterio “Oferta académica”, se han considerado los siguientes subcriterios:

- **Duración y créditos** del máster (créditos): másteres de 120 créditos o de 60 créditos. Objetivo: **maximizar**.

Aclaración

Para el criterio “Oferta académica”, se han consultado los planes de estudio oficiales de másteres en estadística en las universidades de cada ciudad. Además de analizar los planes de estudio específico, se ha consultado el ranking QS 2026 para valorar el prestigio general de las universidades. Sin embargo, dado que el criterio “Oferta académica” se centra en másteres concretos en Estadística, el ranking global no ha modificado apenas las puntuaciones asignadas.

3.2 Coste de vida

El criterio “Coste de vida” se considera esencial en la elección de la ciudad, ya que afecta directamente a la viabilidad económica del estudiante durante el máster. Para asignar las puntuaciones de las distintas ciudades, se han considerado los siguiente subcriterios:

- **Precio medio de alquiler** (€/mes): piso de una habitación en el centro de la ciudad. Objetivo: **minimizar**.
- **Transporte público** (€/mes): coste mensual del billete y abono mensual. Objetivo: **minimizar**.
- **Gastos básicos** (€/mes): precio medio de alimentación (productos como leche, pan, carne, fruta) y servicios (agua, luz, internet). Objetivo: **minimizar**.

Aclaración

Para el criterio “Coste de vida” se han consultado los datos actualizados de la web Numbeo (octubre 2025), comparando los subcriterios indicados.

3.3 Transporte

El criterio “Transporte” evalúa la facilidad, rapidez y cobertura del sistema de transporte público desde el centro de cada ciudad hasta la universidad correspondiente. Se han considerado los siguientes subcriterios para la asignación de puntuaciones:

- **Tiempo medio de desplazamiento** (minutos): desde el centro hasta el campus. Objetivo: **minimizar**.

Aclaración

Para el criterio “Transporte”, se han consultado las fuentes oficiales de movilidad y aplicaciones como Moovit, EMT y webs universitarias, así como mapas y horarios.

3.4 Oportunidades laborales

El criterio “Oportunidades laborales” evalúa la posibilidad de encontrar empleo en el ámbito de la estadística en cada ciudad, tanto por la tasa de inserción laboral como por la oferta actual de empleo. Se han considerado los siguientes subcriterios:

- **Tasa de empleo** de titulados en estadística según el INE (2019) (%). Objetivo: **maximizar**.

Aclaración

Para el criterio “Oportunidades laborales”, se han consultado datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) sobre la tasa de empleo de titulados en Estadística por comunidad autónoma, así como el volumen de ofertas actuales en InfoJobs (octubre 2025).

3.5 Calidad de vida

El criterio “Calidad de vida” evalúa el bienestar general que ofrece cada ciudad. Aunque no afecta directamente al contenido académico, si influye en la experiencia personal, el entorno diario y el equilibrio entre estudio y vida. Se han considerado los siguientes subcriterios:

- **Índice general de calidad de vida**: para comparar el bienestar general entre ciudades. Objetivo: **maximizar**.
- **Seguridad y sanidad**: ciudades con buena atención médica y bajos índices de criminalidad obtienen mejor puntuación. Objetivo: **maximizar**.

Aclaración

Para el criterio “Calidad de vida”, se han consultado los datos actualizados de Numbeo (octubre 2025).

4 Planteamiento del problema

```
source("teoriadecision_funciones_multicriterio.R")
source("teoriadecision_funciones_multicriterio_diagram.R")
source("teoriadecision_funciones_multicriterio_utiles.R")
```

4.1 Matriz de decisión

Vamos a construir la matriz de decisión con los valores de los subcriterios para cada ciudad.

```
library(knitr)
library(kableExtra)

# Matriz de decisiones
p_ciudades_sub= multicriterio.crea.matrizdecision(c(
  #Madrid
  120, -803.4, -36, -300, -22, 90.5, 177.98, 75.67,
  #Barcelona
  60, -796.8, -23, -190, -32, 91.1, 144.17, 62.37,
  #Sevilla
  0, -676.6, -35.30, -120, -28, 80, 173.47, 68.31,
  #Valencia
  60, -689.4, -30, -155, -33, 84.1, 203.97, 72.32,
  #Granada
  60, -659.4, -35, -170, -18, 80, 184.12, 70.82,
  #Oviedo
  60, -704.5, -30, -160, -23, 78, 205.39, 83.48
), numalternativas = 6, numcriterios = 8)
p_ciudades_sub
```

```
##      C1      C2      C3      C4      C5      C6      C7      C8
## a1 120 -803.4 -36.0 -300 -22 90.5 177.98 75.67
## a2  60 -796.8 -23.0 -190 -32 91.1 144.17 62.37
## a3   0 -676.6 -35.3 -120 -28 80.0 173.47 68.31
## a4  60 -689.4 -30.0 -155 -33 84.1 203.97 72.32
## a5  60 -659.4 -35.0 -170 -18 80.0 184.12 70.82
## a6  60 -704.5 -30.0 -160 -23 78.0 205.39 83.48
```

```
kable(p_ciudades_sub, caption = "Matriz de decisión con subcriterios", digits = 2)
```

Table 1: Matriz de decisión con subcriterios

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
a1	120	-803.4	-36.0	-300	-22	90.5	177.98	75.67
a2	60	-796.8	-23.0	-190	-32	91.1	144.17	62.37
a3	0	-676.6	-35.3	-120	-28	80.0	173.47	68.31
a4	60	-689.4	-30.0	-155	-33	84.1	203.97	72.32
a5	60	-659.4	-35.0	-170	-18	80.0	184.12	70.82
a6	60	-704.5	-30.0	-160	-23	78.0	205.39	83.48

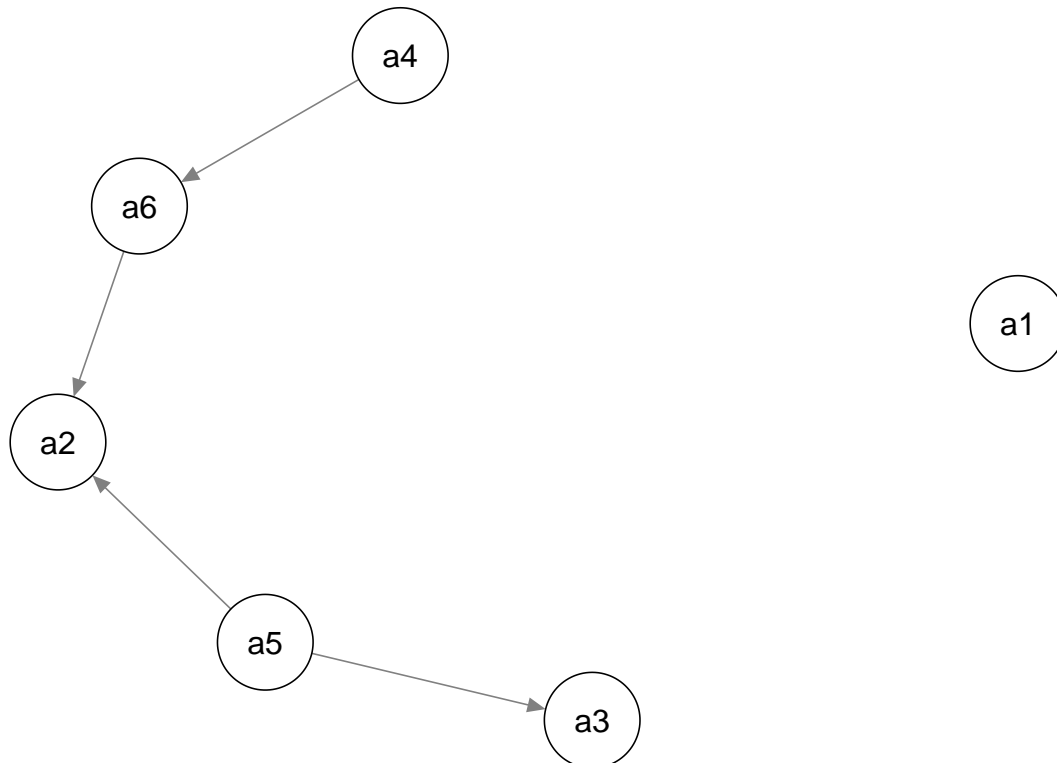
5 Aplicación de métodos multicriterio

5.1 Método ELECTRE

El método ELECTRE trata de separar el conjunto de todas las alternativas en dos subconjuntos, uno formado por las alternativas más favorables y otro formado por las peores opciones, y todo ello con ayuda de un grafo. El método funciona de forma secuencial, reduciendo el conjunto de alternativas favorables, hasta obtener una sola. **Podemos diferenciar** tres fases** en el método ELECTRE:

- Test de concordancia.
- Test de discordancia.
- Construcción del grafo de sobreclasificación.

```
salida_electre= multicriterio.metodoELECTRE_I(p_ciudades_sub, pesos.criterios = c(0.28,  
↪ 0.13, 0.08, 0.13, 0.1, 0.15, 0.07, 0.06), nivel.concordancia.minimo.alpha = 0.7,  
↪ no.se.compensan=c(Inf, 100, 30,100, 15, Inf, 30,20), que.alternativas = TRUE )  
qgraph::qgraph(salida_electre$relacion.dominante)
```



```
salida_electre$nucleo_aprox
```

```
## a1 a4 a5  
## 1 4 5
```

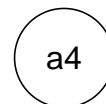
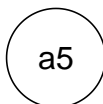
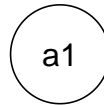
Conclusión

El grafo generado muestra las siguientes relaciones de dominancia: **Granada** (a5) domina a **Sevilla** (a3) y a **Barcelona** (a2); **Valencia** (a4) domina a **Oviedo** (a6); **Oviedo** (a6) domina a **Barcelona** (a2). Las ciudades dominadas, y por lo tanto consideradas las peores candidatas

bajo este modelo, son **Barcelona** (a2), **Sevilla** (a3), y **Oviedo** (a6). Por el núcleo aproximado obtenido (a1, a4, a5), vemos que **Madrid** (a1), **Valencia** (a4), y **Granada** (a5) no son dominadas por ninguna otra ciudad en la relación de sobreclasificación, por lo que son las mejores alternativas y deben ser consideradas para la elección final.

Para intentar quedarse con una única alternativa óptima: reducir el grado a las alternativas en el núcleo y/o reducir el valor de $\alpha \in [0.5, 1)$.

```
salida_electreb= multicriterio.metodoELECTRE_I(p_ciudades_sub, pesos.criterios = c(0.28,
↪ 0.13, 0.08, 0.13, 0.1, 0.15, 0.07, 0.06), nivel.concordancia.minimo.alpha = 0.7,
↪ no.se.compensan =c(Inf, 100, 30,100, 15, Inf, 30,20), que.alternativas = c(1,4,5) )
qgraph::qgraph(salida_electreb$relacion.dominante)
```



```
salida_electreb$nucleo_aprox
```

```
## a1 a4 a5
## 1 2 3
```

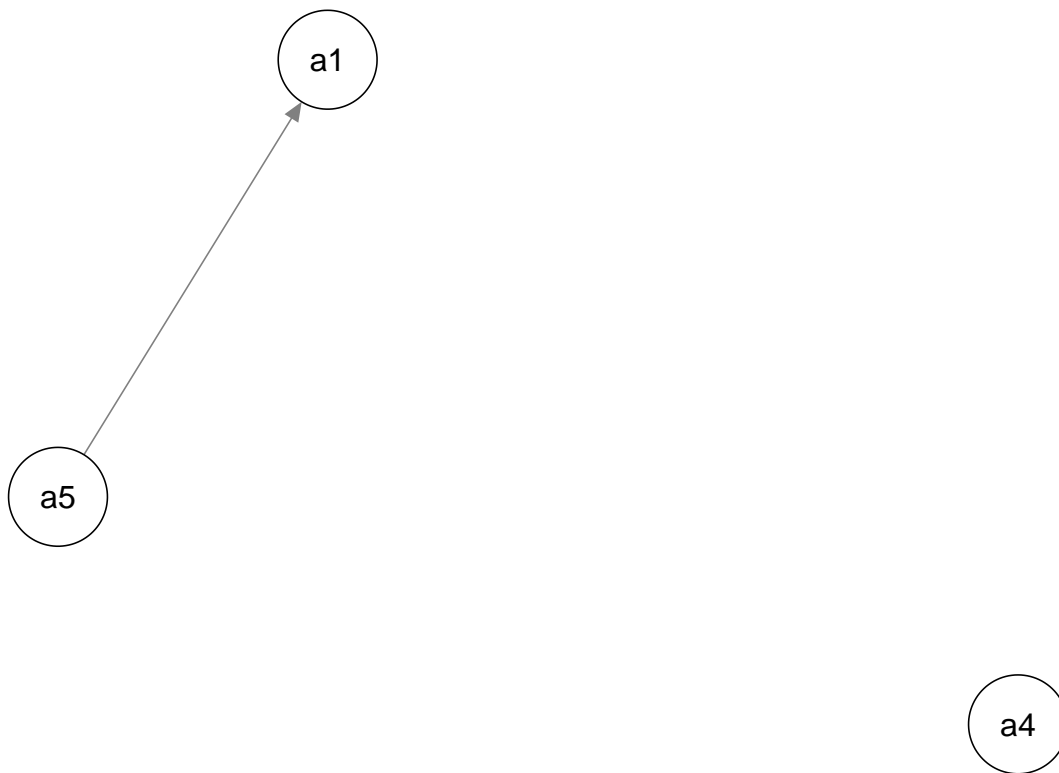
Conclusión

El grafo generado no muestra nuevas relaciones de dominancia entre las ciudades del núcleo. El núcleo aproximado sigue incluyendo las mismas ciudades. Esto indica que, bajo $\alpha=0.7$ y los umbrales de discordancia definidos, no existe una ciudad que domine claramente a las demás dentro del núcleo.

Como hemos reducido las alternativas antes, vamos a ver ahora si reducimos α .

```
salida_electrec= multicriterio.metodoELECTRE_I(p_ciudades_sub, pesos.criterios = c(0.28,
↪ 0.13, 0.08, 0.13, 0.1, 0.15, 0.07, 0.06), nivel.concordancia.minimo.alpha = 0.5,
↪ no.se.compensan =c(Inf, 100, 30,100, 15, Inf, 30,20), que.alternativas = c(1,4,5) )
```

```
qgraph::qgraph(salida_electrec$relacion.dominante)
```



```
salida_electrec$nucleo_aprox
```

```
## a4 a5  
## 2 3
```

Conclusión

Al reducir el nivel de concordancia mínima a $\alpha = 0.5$ y aplicar el método exclusivamente a las ciudades del núcleo (Madrid, Valencia, Granada), el modelo finalmente establece una relación de dominancia estricta: **Granada** (a5) domina a **Madrid** (a1). Como consecuencia, el núcleo aproximado se ha reducido al conjunto: **Valencia y Granada**. Esto demuestra que estas ciudades se consolidan como las dos mejores ciudades candidatas para cursar el máster en Estadística, ya que han resistido el proceso de eliminación tanto con el conjunto original de alternativas como en la reducción del núcleo con diferentes parámetros.

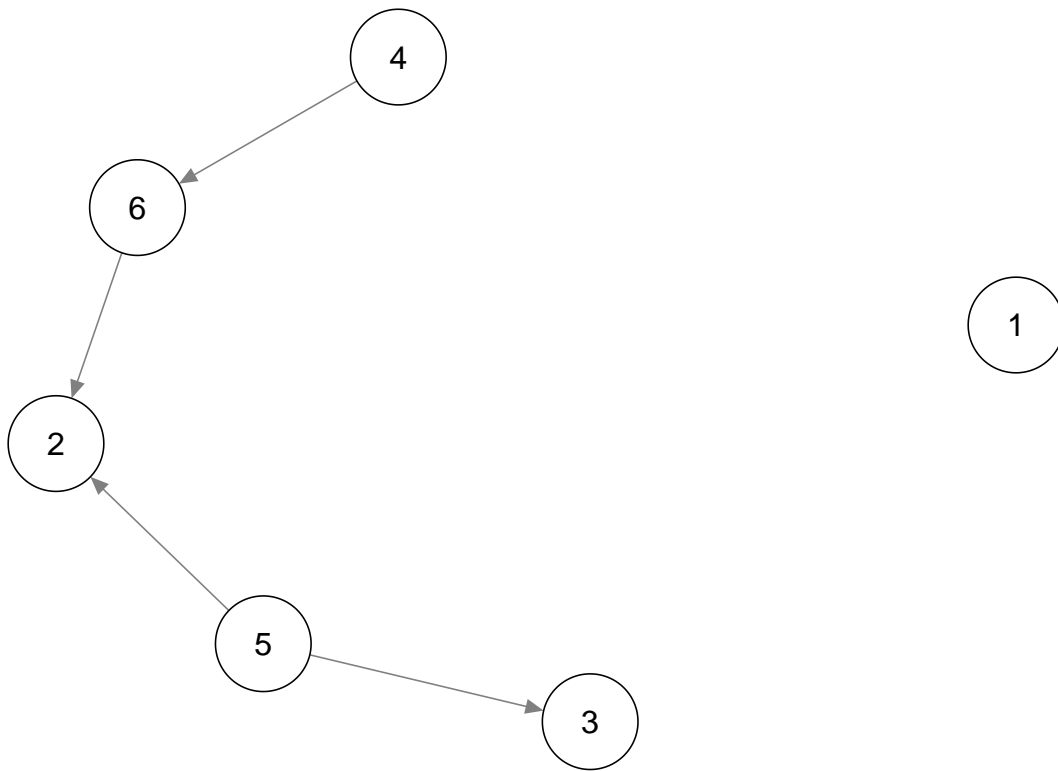
5.2 Método ELECTRE I

```
e1=func_ELECTRE_Completo(salida_electre)  
e1$Grafo
```

```
## De A  
## 1 4 6  
## 2 5 2  
## 3 5 3  
## 4 6 2
```



```
qgraph::qgraph(e1$Grafo)
```



```
e1$Nucleo
```

```
## a1 a4 a5
```

```
## 1 4 5
```

Conclusión

El grafo generado mediante el método ELECTRE I establece las siguientes relaciones de dominancia estricta: **Granada** (a5) domina a **Sevilla** (a3) y a **Barcelona** (a2); **Valencia** (a4) domina a **Oviedo** (a6) y **Oviedo** (a6) domina a **Barcelona** (a2). Por el contrario, la ciudad de **Madrid** (a1) no domina ni es dominada por ninguna otra. El Núcleo obtenido es el conjunto: **Madrid, Valencia y Granada**. Estas tres ciudades son las alternativas robustas que no son superadas por ninguna otra. Las ciudades dominadas con las opciones menos recomendables para el máster según el análisis.

5.3 Método PROMETHEE

El método PROMETHEE incluye los tres pasos siguientes:

- Enriquecimiento de la estructura de preferencias. LA noción de **criterio generalizado** o pseudocriterio es introducida con arreglo a tener en cuenta las amplitudes de las desviaciones entre las evaluaciones.
- Enriquecimiento de la relación de dominación. Se ha construido un gráfico que expresa la relación de orden. Los arcos expresan cuánto domina unas alternativas a otras.
- Explotación para la ayuda en la decisión. El PROMETHEE I proporciona una relación de superación que incluye aquellas posibilidades que son incomparables. El II proporciona un orden total (sin incomparabilidades), lo cual puede parecer más eficiente, pero de hecho la información proporcionada es más cuestionable.

Para comenzar, la siguiente tabla recoge, para cada subcriterio evaluado, el tipo de función de preferencia seleccionada en el método PROMETHEE, así como los parámetros asociados necesarios para su aplicación. La elección de cada función se ha realizado en función de la naturaleza del subcriterio, y los valores de los parámetros se han estimado a partir del rango observado en los datos.

Criterio	Peso	Optimización	Tipo de Función de pref.	qi	pi	si
C1	0.20	Maximizar	Preferencia Lineal	-	30	-
C2	0.10	Minimizar	Nivel	7	36	-
C3	0.08	Minimizar	Cuasi- criterio	1	-	-
C4	0.10	Minimizar	Nivel	9	45	-
C5	0.10	Minimizar	Cuasi- criterio	0.3	-	-
C6	0.10	Maximizar	Cuasi- criterio	0.7	-	-
C7	0.04	Maximizar	Gaussiano	-	-	24
C8	0.06	Maximizar	Gaussiano	-	-	8

Vamos a utilizar la misma matriz de decisión que antes y los mismos pesos, por lo que no volvemos a definirlos.

```
tab.fpref= matrix(c(3,0,30,0,
                    4,7,36,0,
                    2,1,0,0,
                    4,9,45,0,
                    2,0.3,0,0,
                    2,0.7,0,0,
                    6,0,0,24,
                    6,0,0,8), nrow = 8, byrow = TRUE)
tab.fpref
```

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4]
## [1,]  3  0.0  30   0
## [2,]  4  7.0  36   0
## [3,]  2  1.0   0   0
## [4,]  4  9.0  45   0
## [5,]  2  0.3   0   0
## [6,]  2  0.7   0   0
## [7,]  6  0.0   0  24
```

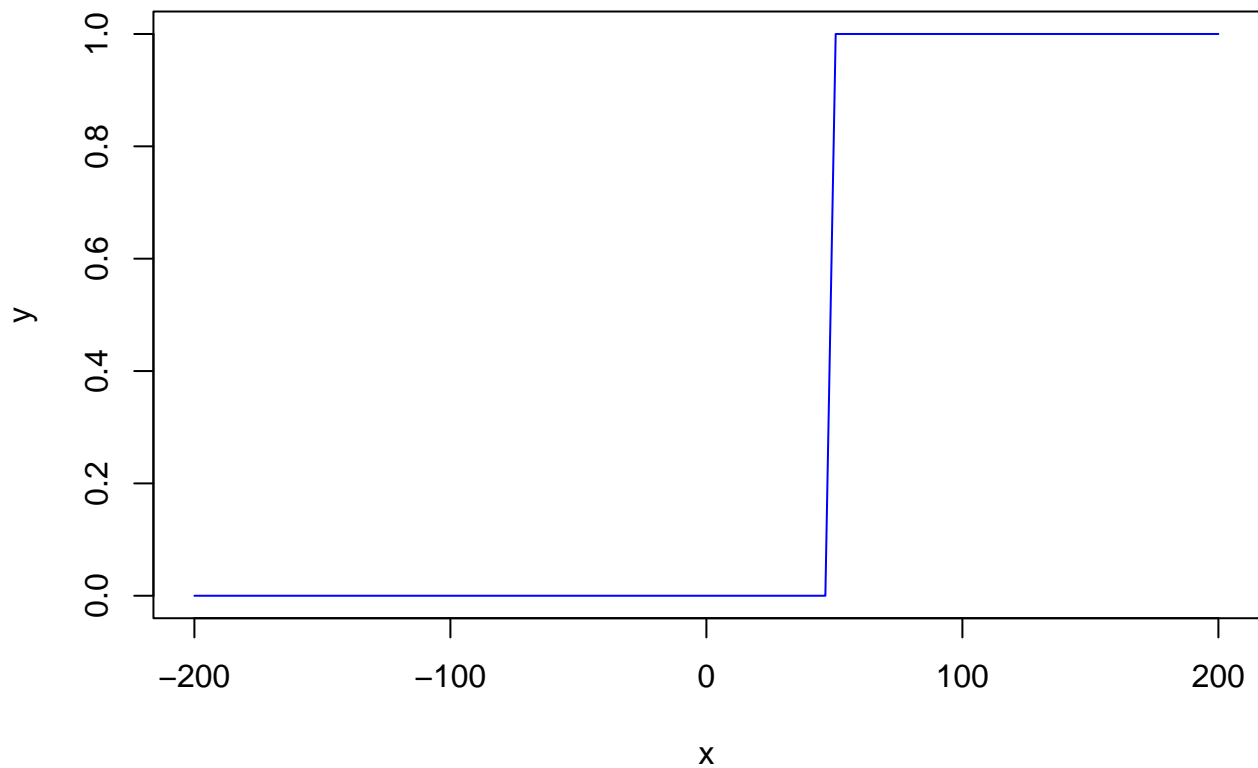
```
## [8,]    6 0.0    0    8
```

5.3.0.1 Ejemplos de representación gráfica de las funciones de preferencia

```
x=seq(-200,200, length.out=100)
y=sapply(x, function(xx) fpref.cuasi_criterio(xx, 0, 50))
plot(x,y,type="l", col="blue", main="Criterio de preferencia lineal para el subcriterio
↳ 'Cobertura y Frecuencia' con pi=50", cex.main=0.8)
```

5.3.0.1.1 Criterio de preferencia lineal

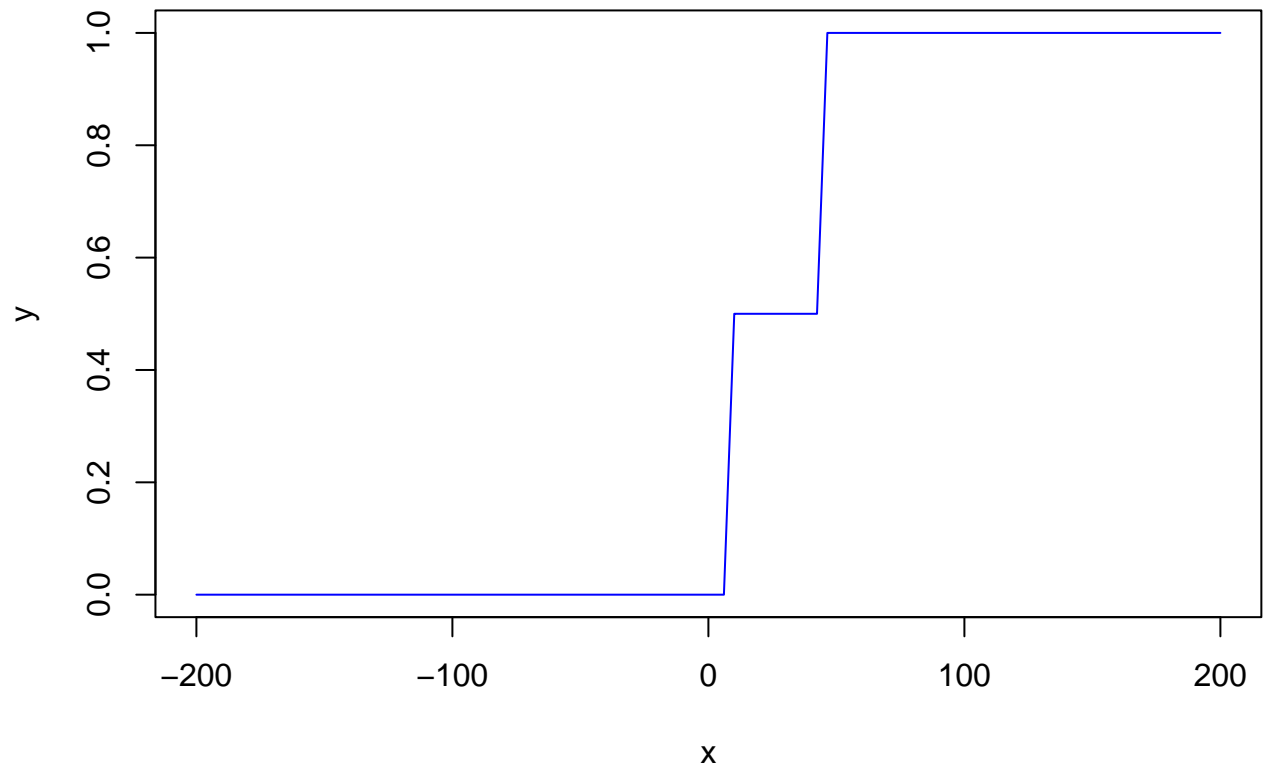
Criterio de preferencia lineal para el subcriterio 'Cobertura y Frecuencia' con pi=50



```
x=seq(-200,200,length.out=100)
y=sapply(x, function(xx)fpref.criterio_nivel(xx,0,9,45))
plot(x,y,type="l",col="blue", main="Criterio usual para el subcriterio 'Gastos
↳ básicos'", cex.main=0.8)
```

5.3.0.1.2 Criterio Nivel

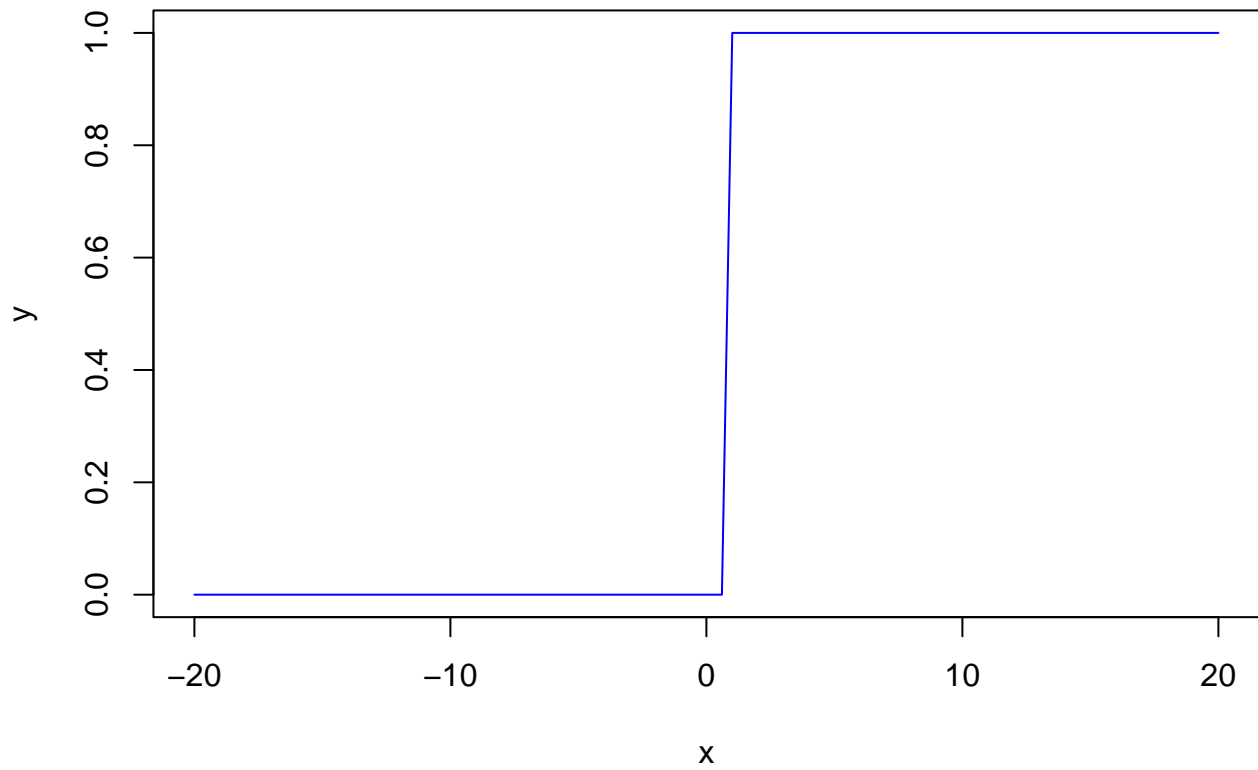
Criterio usual para el subcriterio 'Gastos básicos'



```
x=seq(-20,20,length.out=100)
y=sapply(x, function(xx)fpref.cuasi_criterio(xx,0,0.7))
plot(x,y,type="l",col="blue", main="Criterio usual para el subcriterio 'Tasa de
↪ empleo'", cex.main=0.8)
```

5.3.0.1.3 Cuasi-criterio

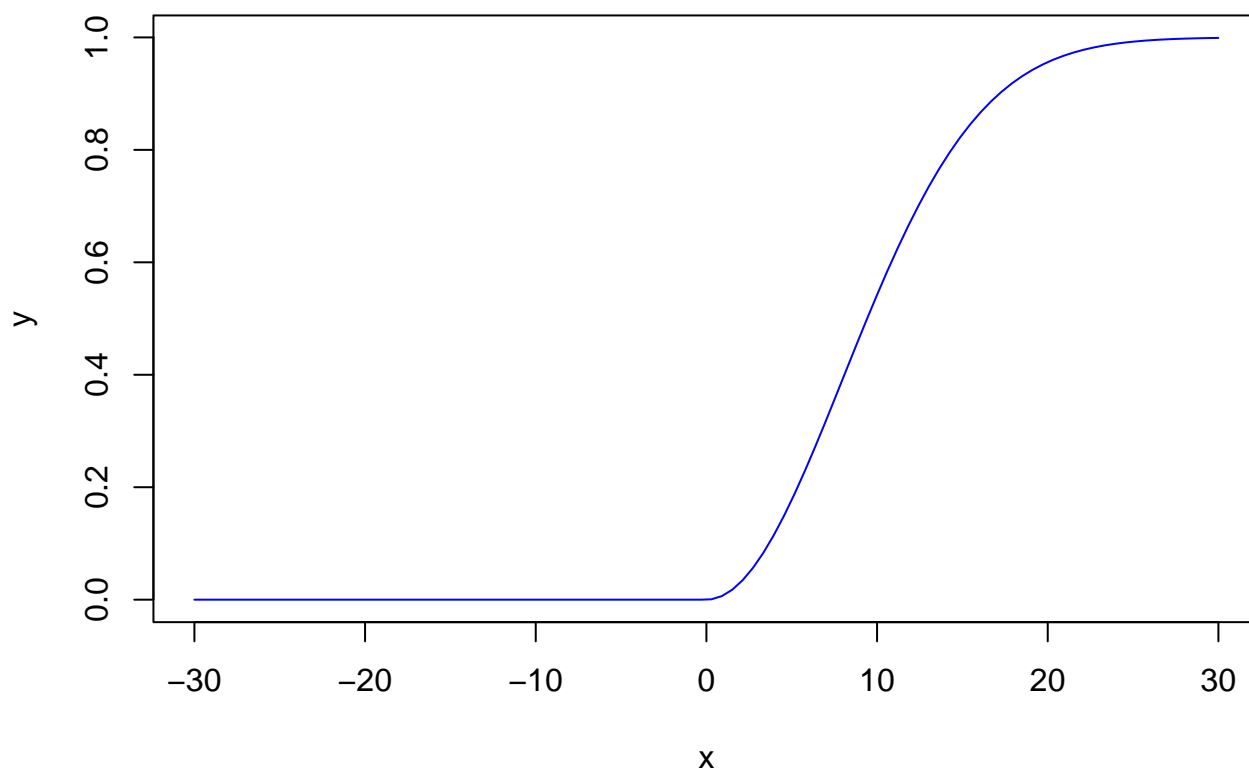
Criterio usual para el subcriterio 'Tasa de empleo'



```
x=seq(-30,30,length.out=100)
y=sapply(x, function(xx)fpref.criterio_gaussiano(xx,0,0,0,8))
plot(x,y,type="l",col="blue", main="Criterio usual para el subcriterio 'Seguridad y
↳ sanidad'", cex.main=0.8)
```

5.3.0.1.4 Criterio gaussiano

Criterio usual para el subcriterio 'Seguridad y sanidad'



5.3.1 Método PROMETHEE I

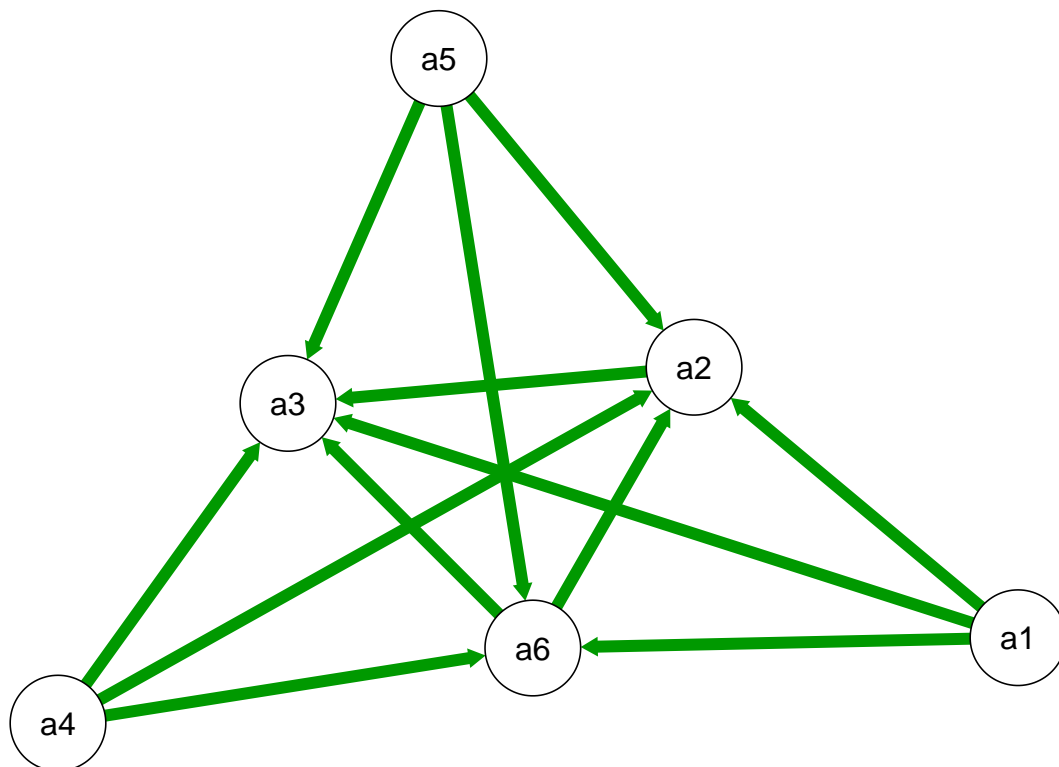
```
tab.Pthee.i=multicriterio.metodo.promethee_i(p_ciudades_sub, pesos.criterios = c(0.28,
↪ 0.13, 0.08, 0.13, 0.1, 0.15, 0.07, 0.06), tab.fpref)
tab.Pthee.i
```

```
## $tabla.indices
##      a1      a2      a3      a4      a5      a6
## a1 0.000000 0.4689838 0.5519282 0.5350365 0.4400723 0.530
## a2 0.2100000 0.0000000 0.5100000 0.3300000 0.2300000 0.230
## a3 0.2600000 0.4112312 0.0000000 0.2300000 0.1300000 0.280
## a4 0.3710554 0.2941749 0.5558656 0.0000000 0.3163228 0.215
## a5 0.3622537 0.3731377 0.4544452 0.1650000 0.0000000 0.380
## a6 0.3962803 0.4204493 0.5511552 0.1374459 0.2105814 0.000
##
## $vflujos.ent
##      a1      a2      a3      a4      a5      a6
## 2.526021 1.510000 1.311231 1.752419 1.734837 1.715912
##
## $vflujos.sal
##      a1      a2      a3      a4      a5      a6
## 1.599589 1.967977 2.623394 1.397482 1.326977 1.635000
##
```

```
## $tablarelacionsupera
##      a1 a2 a3 a4 a5 a6
## a1 0.5 1.0 1.0 0.0 0.0 1.0
## a2 0.0 0.5 1.0 0.0 0.0 0.0
## a3 0.0 0.0 0.5 0.0 0.0 0.0
## a4 0.0 1.0 1.0 0.5 0.0 1.0
## a5 0.0 1.0 1.0 0.0 0.5 1.0
## a6 0.0 1.0 1.0 0.0 0.0 0.5
```

Representamos como un grafo:

```
require("qgraph")
qgraph(tab.Pthee.i$tablarelacionsupera)
```



Conclusión

El método PROMETHEE I establece una ordenación parcial de las ciudades, basada en los flujos de preferencia (ϕ^+ y ϕ^-). Los resultados clave son: **Sevilla** (a3) se posiciona como la alternativa más fuerte: Presenta el mayor Flujo de Salida ($\phi^+ = 2.62$), lo que indica que es la más preferida por el resto de las ciudades. Además, tiene el menor Flujo de Entrada ($\phi^- = 1.31$), lo que significa que es la menos superada. **Madrid** (a1) y **Valencia** (a4) muestran debilidad en el conjunto: **Madrid** (a1) tiene el Flujo de Entrada más alto ($\phi^- = 2.53$), siendo la alternativa más débil o la más superada por las demás; **Valencia** (a4) es la que tiene el Flujo de Salida más bajo después de Granada ($\phi^+ = 1.40$). *Relación de Superación* (Grafo): La alta densidad de arcos indica que existe un alto número de alternativas incomparables, dificultando la elección de una única opción óptima.

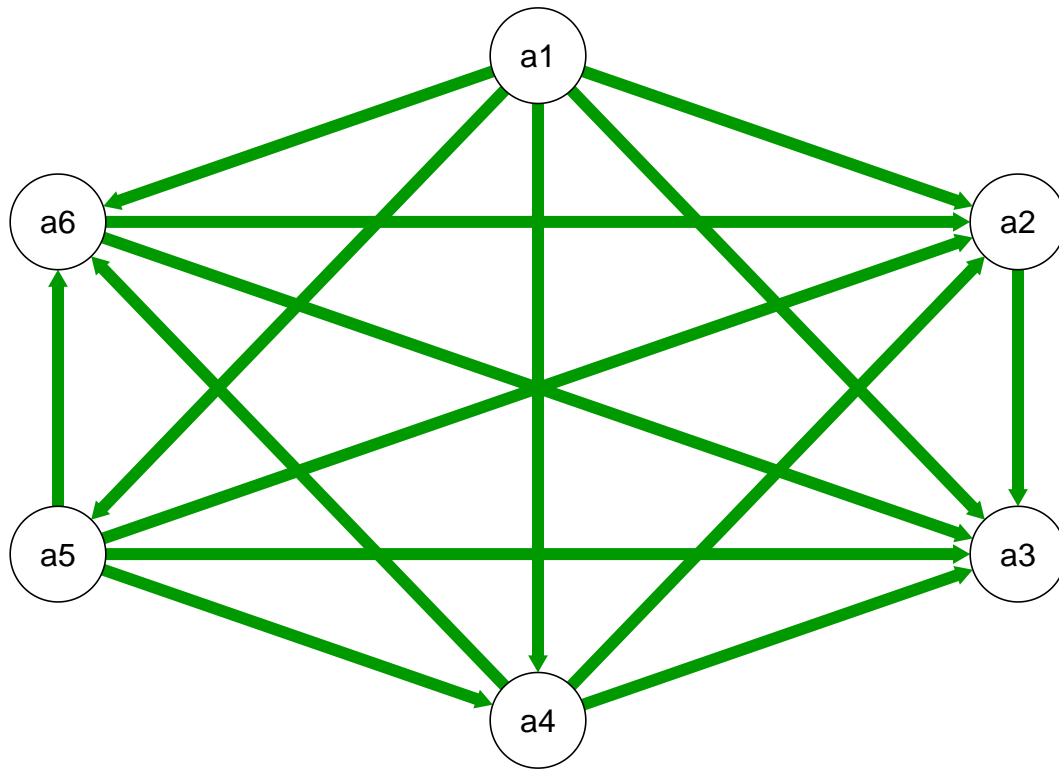
5.3.2 Método PROMETHEE II

```
tab.Pthee.ii=multicriterio.metodo.promethee_ii(p_ciudades_sub, pesos.criterios = c(0.28,  
↪ 0.13, 0.08, 0.13, 0.1, 0.15, 0.07, 0.06), tab.fpref)  
tab.Pthee.ii
```

```
## $tabla.indices  
##      a1      a2      a3      a4      a5      a6  
## a1 0.0000000 0.4689838 0.5519282 0.5350365 0.4400723 0.530  
## a2 0.2100000 0.0000000 0.5100000 0.3300000 0.2300000 0.230  
## a3 0.2600000 0.4112312 0.0000000 0.2300000 0.1300000 0.280  
## a4 0.3710554 0.2941749 0.5558656 0.0000000 0.3163228 0.215  
## a5 0.3622537 0.3731377 0.4544452 0.1650000 0.0000000 0.380  
## a6 0.3962803 0.4204493 0.5511552 0.1374459 0.2105814 0.000  
##  
## $vflujos.netos  
##      a1      a2      a3      a4      a5      a6  
## 0.92643159 -0.45797695 -1.31216297 0.35493618 0.40786017 0.08091199  
##  
## $tablarelacionsupera  
##      a1 a2 a3 a4 a5 a6  
## a1 0.5 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0  
## a2 0.0 0.5 1.0 0.0 0.0 0.0  
## a3 0.0 0.0 0.5 0.0 0.0 0.0  
## a4 0.0 1.0 1.0 0.5 0.0 1.0  
## a5 0.0 1.0 1.0 1.0 0.5 1.0  
## a6 0.0 1.0 1.0 0.0 0.0 0.5
```

Representamos como un grafo:

```
qgraph(tab.Pthee.ii$tablarelacionsupera)
```

Ordenación final alternativas del Método PROMETHEE II

La ordenación que establecen sería la siguiente:

```
order(tab.Pthee.ii$vflujos.netos, decreasing = T)
```

```
## [1] 1 5 4 6 2 3
```

Conclusión

Madrid (a1) se consolida como la mejor opción global, al obtener el Flujo Neto más alto (0.926), lo que significa que su balance de fortalezas y debilidades es el más favorable; **Granada** (a5) y **Valencia** (a4) le siguen de cerca con Flujos Netos positivos y similares (0.408 y 0.355, respectivamente), completando el trío de alternativas más recomendables; **Oviedo** (a6) presenta un Flujo Neto ligeramente positivo (0.081), ubicándose en la cuarta posición; **Barcelona** (a2) y, especialmente, **Sevilla** (a3) obtienen los Flujos Netos negativos, lo que indica que son más superadas que superadoras en la evaluación global. **Sevilla** (a3) se posiciona como la alternativa menos recomendable (-1.312). *Este ranking (Madrid > Granada > Valencia) proporciona una solución única para la toma de decisión.*

5.3.3 Método PROMETHEE I (medias)

```
tab.Pthee.i_med=multicriterio.metodo.promethee_i_med(p_ciudades_sub, pesos.criterios =
  ↪ c(0.28, 0.13, 0.08, 0.13, 0.1, 0.15, 0.07, 0.06), tab.fpref)
tab.Pthee.i_med
```

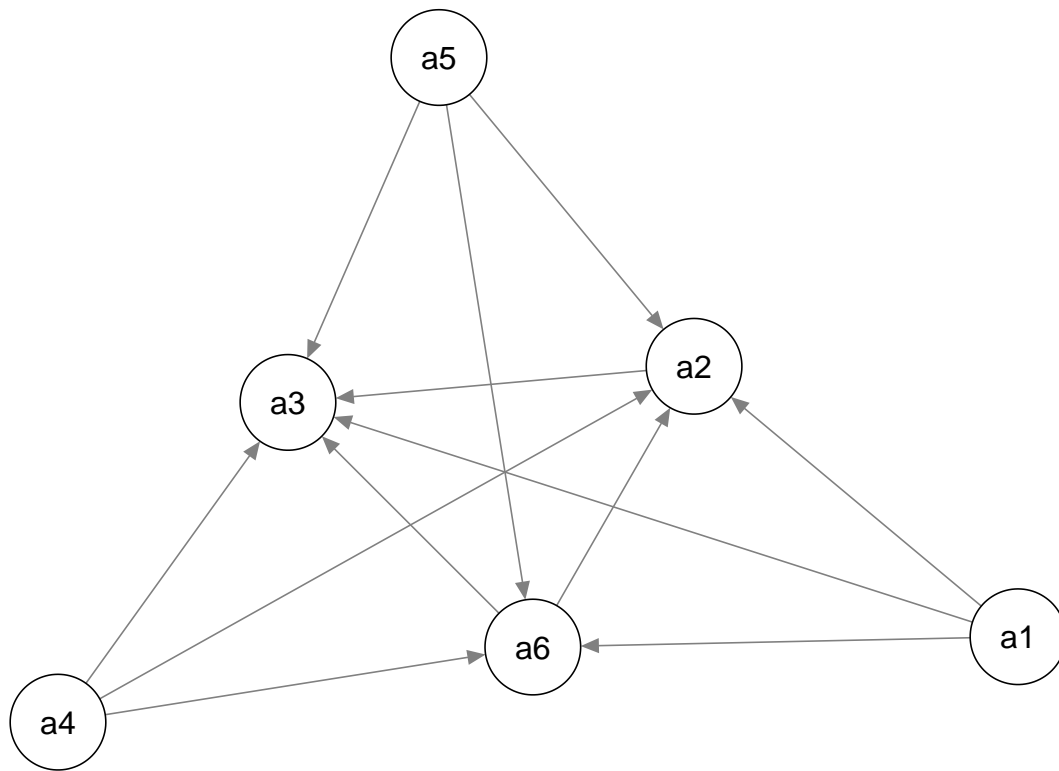
```
## $tabla.indices
```

```
##          a1          a2          a3          a4          a5          a6
```

```
## a1 0.0000000 0.4689838 0.5519282 0.5350365 0.4400723 0.530
## a2 0.2100000 0.0000000 0.5100000 0.3300000 0.2300000 0.230
## a3 0.2600000 0.4112312 0.0000000 0.2300000 0.1300000 0.280
## a4 0.3710554 0.2941749 0.5558656 0.0000000 0.3163228 0.215
## a5 0.3622537 0.3731377 0.4544452 0.1650000 0.0000000 0.380
## a6 0.3962803 0.4204493 0.5511552 0.1374459 0.2105814 0.000
##
## $vflujos.ent
##      a1      a2      a3      a4      a5      a6
## 0.5052042 0.3020000 0.2622462 0.3504837 0.3469673 0.3431824
##
## $vflujos.sal
##      a1      a2      a3      a4      a5      a6
## 0.3199179 0.3935954 0.5246788 0.2794965 0.2653953 0.3270000
##
## $tablarelacionsupera
##   a1 a2 a3 a4 a5 a6
## a1  0  1  1  0  0  1
## a2  0  0  1  0  0  0
## a3  0  0  0  0  0  0
## a4  0  1  1  0  0  1
## a5  0  1  1  0  0  1
## a6  0  1  1  0  0  0
```

Representamos como un grafo:

```
qgraph(tab.Pthee.i_med$tablarelacionsupera)
```



Conclusión

Dominancia en el Grafo: Las ciudades **Madrid** (a1), **Valencia** (a4) y **Granada** (a5) son las únicas **alternativas dominantes**, superando en estricto a **Barcelona** (a2), **Sevilla** (a3) y **Oviedo** (a6). Esto consolida a **Madrid, Valencia, y Granada** como el conjunto de alternativas más robustas, al igual que en la primera etapa de ELECTRE. *Análisis de Flujos Contradictorio:* Al contrario de la creencia de que Madrid es dominante en este método, el análisis de flujos revela lo siguiente: **Sevilla** (a3) tiene el mayor Flujo de Salida medio (0.5247), lo que significa que supera a las demás alternativas en el valor promedio más alto; **Madrid** (a1) tiene el mayor Flujo de Entrada medio (0.5052), lo que indica que es la alternativa que, en promedio, es más superada por el resto. *Refuerzo de la Ordenación Parcial:* El método PROMETHEE I (medias) confirma el mismo conjunto de alternativas superiores que la primera etapa de ELECTRE I: a1, a4, a5. Sin embargo, los flujos (especialmente el alto phi- de Madrid) señalan un perfil de riesgo en la ciudad madrileña que será penalizado en la ordenación total (PROMETHEE II).

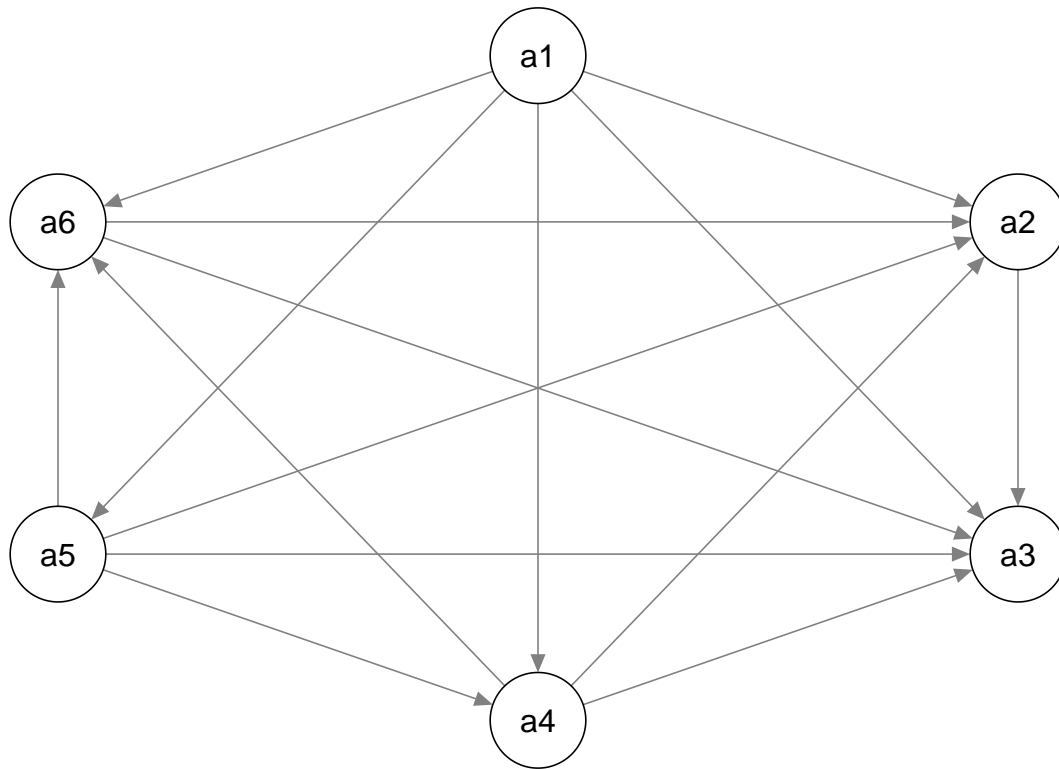
5.3.4 Método PROMETHEE II (medias)

```
tab.Pthee.ii_med=multicriterio.metodo.promethee_ii_med(p_ciudades_sub, pesos.criterios =  
↳ c(0.28, 0.13, 0.08, 0.13, 0.1, 0.15, 0.07, 0.06), tab.fpref)  
tab.Pthee.ii_med
```

```
## $tabla.indices  
##      a1      a2      a3      a4      a5      a6  
## a1 0.0000000 0.4689838 0.5519282 0.5350365 0.4400723 0.530  
## a2 0.2100000 0.0000000 0.5100000 0.3300000 0.2300000 0.230  
## a3 0.2600000 0.4112312 0.0000000 0.2300000 0.1300000 0.280  
## a4 0.3710554 0.2941749 0.5558656 0.0000000 0.3163228 0.215  
## a5 0.3622537 0.3731377 0.4544452 0.1650000 0.0000000 0.380  
## a6 0.3962803 0.4204493 0.5511552 0.1374459 0.2105814 0.000  
##  
## $vflujos.netos  
##      a1      a2      a3      a4      a5      a6  
## 0.18528632 -0.09159539 -0.26243259 0.07098724 0.08157203 0.01618240  
##  
## $tablarelacionsupera  
##      a1 a2 a3 a4 a5 a6  
## a1 0 1 1 1 1 1  
## a2 0 0 1 0 0 0  
## a3 0 0 0 0 0 0  
## a4 0 1 1 0 0 1  
## a5 0 1 1 1 0 1  
## a6 0 1 1 0 0 0
```

Representamos como un grafo:

```
qgraph(tab.Pthee.ii_med$tablarelacionsupera)
```



Ordenación final alternativas método PROMETHEE II (medias)

La ordenación que establecen sería la siguiente:

```
order(tab.Pthee.ii_med$vflujos.netos, decreasing = T)
```

```
## [1] 1 5 4 6 2 3
```

Conclusión

Madrid se confirma como la opción óptima con el Flujo Neto Normalizado más alto (0.1853), y domina a todas las demás ciudades en el grafo de superación; El podio lo completan **Granada** (a5) (0.0816) y **Valencia** (a4) (0.0710), manteniendo una sólida capacidad de superación sobre la mayoría de las alternativas; **Sevilla** (a3) y **Barcelona** (a2) vuelven a situarse al final de la ordenación con flujos netos negativos, siendo **Sevilla** (a3) la alternativa **menos favorable** (-0.2624). La consistencia de los rankings de PROMETHEE II y PROMETHEE II (medias) refuerza la recomendación de **Madrid** (a1) como la ciudad **más adecuada** para cursar el máster en Estadística, **seguida de Granada y Valencia**.

5.3.5 Resolución con Promethee Windows

Muestra los costos con signo negativo:

```
(res=multicriterio.metodo.promethee_windows(p_ciudades_sub, tab.fpref, pesos.criterios =  
  ↪ c(0.28, 0.13, 0.08, 0.13, 0.1, 0.15, 0.07, 0.06)))
```

```
## $Escenario  
##  
## Pesos          Criterio1    Criterio2    Criterio3    Criterio4  
##              "0.28"      "0.13"      "0.08"      "0.13"
```

```

## Funciones Preferencias "V-shape (3)" "Level (4)" "U-shape (2)" "Level (4)"
## Q: Indiferencia      "0"      "7"      "1"      "9"
## P: Preferencia       "30"     "36"     "0"     "45"
## S: Gausiano          "0"     "0"     "0"     "0"
## Minimo               "0"    "-803.4" "-36"   "-300"
## Maximo               "120"   "-659.4" "-23"   "-120"
## Media                "60"   "-721.68" "-31.55" "-182.5"
## Desviacion Tipica    "34.64" "57.11" "4.54" "56.55"
## a1                   "120"   "-803.4" "-36"   "-300"
## a2                   "60"    "-796.8" "-23"   "-190"
## a3                   "0"    "-676.6" "-35.3" "-120"
## a4                   "60"   "-689.4" "-30"   "-155"
## a5                   "60"   "-659.4" "-35"   "-170"
## a6                   "60"   "-704.5" "-30"   "-160"
##                      Criterio5    Criterio6    Criterio7
## Pesos                "0.1"     "0.15"     "0.07"
## Funciones Preferencias "U-shape (2)" "U-shape (2)" "Gaussian (6)"
## Q: Indiferencia      "0.3"     "0.7"     "0"
## P: Preferencia       "0"     "0"     "0"
## S: Gausiano          "0"     "0"     "24"
## Minimo               "-33"     "78"     "144.17"
## Maximo               "-18"     "91.1"    "205.39"
## Media                "-26"     "83.95"    "181.52"
## Desviacion Tipica    "5.45"     "5.17"    "20.63"
## a1                   "-22"     "90.5"    "177.98"
## a2                   "-32"     "91.1"    "144.17"
## a3                   "-28"     "80"     "173.47"
## a4                   "-33"     "84.1"    "203.97"
## a5                   "-18"     "80"     "184.12"
## a6                   "-23"     "78"     "205.39"
##                      Criterio8
## Pesos                "0.06"
## Funciones Preferencias "Gaussian (6)"
## Q: Indiferencia      "0"
## P: Preferencia       "0"
## S: Gausiano          "8"
## Minimo               "62.37"
## Maximo               "83.48"
## Media                "72.16"
## Desviacion Tipica    "6.49"
## a1                   "75.67"
## a2                   "62.37"
## a3                   "68.31"
## a4                   "72.32"
## a5                   "70.82"
## a6                   "83.48"
##
## $Acciones
##      Rango      Phi Phi.mas Phi.menos
## a1      1 0.1853 0.5052 0.3199
## a5      2 0.0816 0.3470 0.2654
## a4      3 0.0710 0.3505 0.2795
## a6      4 0.0162 0.3432 0.3270
## a2      5 -0.0916 0.3020 0.3936
## a3      6 -0.2624 0.2622 0.5247

```

Muestra los costos con signo positivo e identifica qué criterios son de maximizar y de minimizar:

```
(res=multicriterio.metodo.promethee_windows(p_ciudades_sub,tab.fpref,pesos.criterios=
↪ c(0.28, 0.13, 0.08, 0.13, 0.1, 0.15, 0.07, 0.06),
fminmax= c("max","min","min","min","min","max","max","max")))
```

```
## $Escenario
##
## Min/Max          Criterio1      Criterio2      Criterio3      Criterio4
## Pesos            "max"         "min"         "min"         "min"
## Funciones Preferencias "V-shape (3)" "Level (4)" "U-shape (2)" "Level (4)"
## Q: Indiferencia    "0"          "7"          "1"          "9"
## P: Preferencia     "30"         "36"         "0"          "45"
## S: Gausiano        "0"          "0"          "0"          "0"
## Minimo            "0"          "659.4"      "23"         "120"
## Maximo            "120"        "803.4"      "36"         "300"
## Media             "60"         "721.68"     "31.55"      "182.5"
## Desviacion Tipica "34.64"      "57.11"      "4.54"       "56.55"
## a1                "120"        "803.4"      "36"         "300"
## a2                "60"         "796.8"      "23"         "190"
## a3                "0"          "676.6"      "35.3"       "120"
## a4                "60"         "689.4"      "30"         "155"
## a5                "60"         "659.4"      "35"         "170"
## a6                "60"         "704.5"      "30"         "160"
##
##                  Criterio5      Criterio6      Criterio7
## Min/Max          "min"         "max"         "max"
## Pesos            "0.1"        "0.15"        "0.07"
## Funciones Preferencias "U-shape (2)" "U-shape (2)" "Gaussian (6)"
## Q: Indiferencia    "0.3"        "0.7"         "0"
## P: Preferencia     "0"          "0"           "0"
## S: Gausiano        "0"          "0"           "24"
## Minimo            "18"         "78"          "144.17"
## Maximo            "33"         "91.1"        "205.39"
## Media             "26"         "83.95"       "181.52"
## Desviacion Tipica "5.45"       "5.17"        "20.63"
## a1                "22"         "90.5"        "177.98"
## a2                "32"         "91.1"        "144.17"
## a3                "28"         "80"          "173.47"
## a4                "33"         "84.1"        "203.97"
## a5                "18"         "80"          "184.12"
## a6                "23"         "78"          "205.39"
##
##                  Criterio8
## Min/Max          "max"
## Pesos            "0.06"
## Funciones Preferencias "Gaussian (6)"
## Q: Indiferencia    "0"
## P: Preferencia     "0"
## S: Gausiano        "8"
## Minimo            "62.37"
## Maximo            "83.48"
## Media             "72.16"
## Desviacion Tipica "6.49"
## a1                "75.67"
## a2                "62.37"
## a3                "68.31"
```

```
## a4 "72.32"
## a5 "70.82"
## a6 "83.48"
##
## $Acciones
##      Rango      Phi Phi.mas Phi.menos
## a1      1 0.1853 0.5052 0.3199
## a5      2 0.0816 0.3470 0.2654
## a4      3 0.0710 0.3505 0.2795
## a6      4 0.0162 0.3432 0.3270
## a2      5 -0.0916 0.3020 0.3936
## a3      6 -0.2624 0.2622 0.5247
```

Salidas del método Promethee más elegantes

Con esta función se resuelve el problema con Promethee (igual que la aplicación Windows) y genera las salidas para ser imprimidas de un modo más elegante en función de la salida: “html” o “pdf”, según se elija.

```
res02=multicriterio.metodo.promethee_windows_kableExtra(res)
```

Tabla que muestra la información por apartados introducidos en el problema resuelto con Promethee:

```
res02$tabEscenario
```

	Criterio1	Criterio2	Criterio3	Criterio4	Criterio5	Criterio6	Criterio7
Preferencias							
Min/Max	max	min	min	min	min	max	max
Pesos	0.28	0.13	0.08	0.13	0.1	0.15	0.07
Funciones Preferencias	V-shape (3)	Level (4)	U-shape (2)	Level (4)	U-shape (2)	U-shape (2)	Gaussian (6)
Q: Indiferencia	0	7	1	9	0.3	0.7	0
P: Preferencia	30	36	0	45	0	0	0
S: Gausiano	0	0	0	0	0	0	24
Estadísticas							
Minimo	0	659.4	23	120	18	78	144.17
Maximo	120	803.4	36	300	33	91.1	205.39
Media	60	721.68	31.55	182.5	26	83.95	181.52
Desviacion Tipica	34.64	57.11	4.54	56.55	5.45	5.17	20.63
Evaluaciones							
a1	120	803.4	36	300	22	90.5	177.98
a2	60	796.8	23	190	32	91.1	144.17
a3	0	676.6	35.3	120	28	80	173.47
a4	60	689.4	30	155	33	84.1	203.97
a5	60	659.4	35	170	18	80	184.12
a6	60	704.5	30	160	23	78	205.39

Tabla que muestra la ordenación de las alternativas: ei:

```
res02$tabAcciones
```

	Rango	Phi	Phi.mas	Phi.menos
a1	1	0.1853	0.5052	0.3199
a5	2	0.0816	0.3470	0.2654
a4	3	0.0710	0.3505	0.2795
a6	4	0.0162	0.3432	0.3270
a2	5	-0.0916	0.3020	0.3936
a3	6	-0.2624	0.2622	0.5247

La ordenación (cuidado) es:

```
rownames(res$Acciones)
```

```
## [1] "a1" "a5" "a4" "a6" "a2" "a3"
```

Conclusiones

La aplicación del método PROMETHEE, tal como se implementa en la funcionalidad de ‘Windows’ (que consolida los cálculos con flujos normalizados), confirma plenamente la ordenación total previamente obtenida: **Madrid** (a1) es la alternativa óptima, manteniendo el rango 1 con el Flujo Neto (Phi) más alto (0.1853). Su phi+ alto (0.5052) y un phi- relativamente bajo confirman su dominio general; **Granada** (a5) y **Valencia** (a4) se consolidan en el segundo y tercer puesto, respectivamente, con Flujos Netos positivos que demuestran un rendimiento superior al promedio; **Sevilla** (a3) se mantiene en la última posición (Rango 6), con el Flujo Neto más bajo (-0.2624) y el phi- más alto (0.5247), lo que la confirma como la ciudad menos recomendada. La coherencia de la ordenación en PROMETHEE II, PROMETHEE II (medias) y PROMETHEE Windows establece una conclusión firme sobre la solución más equilibrada para el decisor.

5.4 Método AHP

5.4.1 Matriz de subcriterios

Criterio	Créditos	Alquiler	Transporte	Gastos Básicos	Tiempo Desplazamiento	Empleo	Índice Calidad de Vida	Seguridad y Sanidad
Créditos	1	2	2	2	3	2	1/4	1/5
Alquiler	1/2	1	2	2	3	2	1/4	2
Transporte	1/2	1/2	1	2	3	2	1/3	5
Gastos Básicos	1/2	1/2	1/2	1	2	1	1/3	6
Tiempo Desplazamiento	1/3	1/3	1/3	1/2	1	1/2	1/4	1/5
Empleo	1/2	1/2	1/2	1	2	1	1/3	2
Índice Calidad de Vida	4	4	3	3	4	3	1	2
Seguridad y Sanidad	5	1/2	1/5	1/6	5	1/2	1/2	1

Esta es la tabla de preferencias entre los distintos subcriterios.

Interpretación general: - Prestigio (muy alto peso): porque determina el valor del máster en el mercado laboral. - Empleo, Seguridad y Sanidad, e Índice de calidad de vida: también muy influyentes. - Alquiler y Gastos básicos: influyen en la viabilidad económica. - Ocio y Ofertas: factores secundarios. - Créditos: importantes pero menos diferenciales (la mayoría de másteres tienen carga similar).

5.4.2 Matrices de Alternativas / Criterios

Cada subcriterio se tratará según su tipo:

- Si es beneficio (mayor es mejor), la comparación favorecerá a los valores más altos.
- Si es coste (menor es mejor, por ejemplo Alquiler o Gastos básicos), la comparación favorecerá a los valores más bajos.

5.4.2.1 Subcriterio Créditos

Créditos	Madrid	Barcelona	Sevilla	Valencia	Granada	Oviedo
Madrid	1	3	7	5	5	5
Barcelona	1/3	1	6	4	4	4
Sevilla	1/7	1/6	1	1/2	1	2
Valencia	1/5	1/4	2	1	2	3
Granada	1/5	1/4	1	1/2	1	2
Oviedo	1/5	1/4	1/2	1/3	1/2	1

5.4.2.2 Subcriterio Alquiler

Alquiler	Madrid	Barcelona	Sevilla	Valencia	Granada	Oviedo
Madrid	1	1/2	1/7	1/6	1/8	1/7
Barcelona	2	1	1/6	1/5	1/7	1/6
Sevilla	7	6	1	3	2	3
Valencia	6	5	1/3	1	1/2	2
Granada	8	7	1/2	2	1	3
Oviedo	7	6	1/3	1/2	1/3	1

5.4.2.3 Subcriterio Transporte

Transporte	Madrid	Barcelona	Sevilla	Valencia	Granada	Oviedo
Madrid	1	3	5	4	5	5
Barcelona	1/3	1	4	3	4	4
Sevilla	1/5	1/4	1	1/2	1	2
Valencia	1/4	1/3	2	1	2	3
Granada	1/5	1/4	1	1/2	1	2
Oviedo	1/5	1/4	1/2	1/3	1/2	1

5.4.2.4 Subcriterio Gastos Básicos

Gastos Básicos	Madrid	Barcelona	Sevilla	Valencia	Granada	Oviedo
Madrid	1	1/3	1/7	1/5	1/6	1/6
Barcelona	3	1	1/5	1/3	1/4	1/4
Sevilla	7	5	1	3	2	3
Valencia	5	3	1/3	1	1/2	2
Granada	6	4	1/2	2	1	3
Oviedo	6	4	1/3	1/2	1/3	1

5.4.2.5 Subcriterio Tiempo Desplazamiento

Tiempo Desplazamiento	Madrid	Barcelona	Sevilla	Valencia	Granada	Oviedo
Madrid	1	3	1/2	2	1/3	1/2
Barcelona	1/3	1	1/5	1/3	1/6	1/5
Sevilla	2	5	1	3	1/2	2
Valencia	1/2	3	1/3	1	1/4	1/2
Granada	3	6	2	4	1	3
Oviedo	2	5	1/2	2	1/3	1

5.4.2.6 Subcriterio Empleo

Empleo	Madrid	Barcelona	Sevilla	Valencia	Granada	Oviedo
Madrid	1	1	5	4	5	6
Barcelona	1	1	5	4	5	6
Sevilla	1/5	1/5	1	1/2	2	3

Empleo	Madrid	Barcelona	Sevilla	Valencia	Granada	Oviedo
Valencia	1/4	1/4	2	1	3	4
Granada	1/5	1/5	1/2	1/3	1	2
Oviedo	1/6	1/6	1/3	1/4	1/2	1

5.4.2.7 Subcriterio Índice Calidad de Vida

Índice Calidad de Vida	Madrid	Barcelona	Sevilla	Valencia	Granada	Oviedo
Madrid	1	3	1/2	1/3	1/2	1/4
Barcelona	1/3	1	1/4	1/5	1/3	1/6
Sevilla	2	4	1	1/2	1	1/2
Valencia	3	5	2	1	2	1
Granada	2	3	1	1/2	1	1/2
Oviedo	4	6	2	1	2	1

5.4.2.8 Subcriterio Seguridad y Sanidad

Seguridad y Sanidad	Madrid	Barcelona	Sevilla	Valencia	Granada	Oviedo
Madrid	1	3	4	2	3	1/2
Barcelona	1/3	1	2	1/2	1	1/4
Sevilla	1/4	1/2	1	1/3	1/2	1/5
Valencia	1/2	2	3	1	2	1/3
Granada	1/3	1	2	1/2	1	1/4
Oviedo	2	4	5	3	4	1

Método 1

```

tab_ciudad= multicriterio.crea.matrizvaloraciones_mej(c(2,2,2,3,2,1/4,1/5,
                                                         2,2,3,2,1/4,2,
                                                         2,3,2,1/3,5,
                                                         2,1,1/3,6,
                                                         1/2,1/4,1/5,
                                                         1/3,2,
                                                         2
                                                         ), numalternativas =
↪ 8,v.nombres.alternativas = c("Créditos", "Alquiler", "Transporte", "Gastos Básicos",
↪ "Tiempo Desplazamiento", "Empleo", "Índice Calidad de Vida", "Seguridad y Sanidad"))

tab_creditos <- multicriterio.crea.matrizvaloraciones_mej(
  c(3, 7, 5, 5, 5, 6, 4, 4, 4, 1/2, 1, 2, 2, 3, 2),
  numalternativas = 6,
  v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla", "Valencia", "Granada",
↪ "Oviedo")
)
tab_creditos

```

```

##          Madrid Barcelona Sevilla Valencia Granada Oviedo
## Madrid  1.0000000 3.0000000    7.0 5.0000000    5.0    5

```

```
## Barcelona 0.3333333 1.0000000      6.0 4.0000000      4.0      4
## Sevilla 0.1428571 0.1666667      1.0 0.5000000      1.0      2
## Valencia 0.2000000 0.2500000      2.0 1.0000000      2.0      3
## Granada 0.2000000 0.2500000      1.0 0.5000000      1.0      2
## Oviedo 0.2000000 0.2500000      0.5 0.3333333      0.5      1
```

```
tab_alquiler <- multicriterio.crea.matrizvaloraciones_mej(
  c(1/2, 1/7, 1/6, 1/8, 1/7, 1/6, 1/5, 1/7, 1/6, 3, 2, 3, 1/2, 2, 3),
  numalternativas = 6,
  v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla", "Valencia", "Granada",
    ↪ "Oviedo")
)
tab_alquiler
```

```
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid      1          0.5 0.1428571 0.1666667 0.1250000 0.1428571
## Barcelona    2          1.0 0.1666667 0.2000000 0.1428571 0.1666667
## Sevilla      7          6.0 1.0000000 3.0000000 2.0000000 3.0000000
## Valencia     6          5.0 0.3333333 1.0000000 0.5000000 2.0000000
## Granada      8          7.0 0.5000000 2.0000000 1.0000000 3.0000000
## Oviedo       7          6.0 0.3333333 0.5000000 0.3333333 1.0000000
```

```
tab_transporte <- multicriterio.crea.matrizvaloraciones_mej(
  c(3, 5, 4, 5, 5, 4, 3, 4, 4, 1/2, 1, 2, 2, 3, 2),
  numalternativas = 6,
  v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla", "Valencia", "Granada",
    ↪ "Oviedo")
)
tab_transporte
```

```
##          Madrid Barcelona Sevilla  Valencia Granada Oviedo
## Madrid 1.0000000 3.0000000      5.0 4.0000000      5.0      5
## Barcelona 0.3333333 1.0000000      4.0 3.0000000      4.0      4
## Sevilla 0.2000000 0.2500000      1.0 0.5000000      1.0      2
## Valencia 0.2500000 0.3333333      2.0 1.0000000      2.0      3
## Granada 0.2000000 0.2500000      1.0 0.5000000      1.0      2
## Oviedo 0.2000000 0.2500000      0.5 0.3333333      0.5      1
```

```
tab_gastos_basicos <- multicriterio.crea.matrizvaloraciones_mej(
  c(1/3, 1/7, 1/5, 1/6, 1/6, 1/5, 1/3, 1/4, 1/4, 3, 2, 3, 1/2, 2, 3),
  numalternativas = 6,
  v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla", "Valencia", "Granada",
    ↪ "Oviedo")
)
tab_gastos_basicos
```

```
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid      1 0.3333333 0.1428571 0.2000000 0.1666667 0.1666667
## Barcelona    3 1.0000000 0.2000000 0.3333333 0.2500000 0.2500000
## Sevilla      7 5.0000000 1.0000000 3.0000000 2.0000000 3.0000000
## Valencia     5 3.0000000 0.3333333 1.0000000 0.5000000 2.0000000
## Granada      6 4.0000000 0.5000000 2.0000000 1.0000000 3.0000000
## Oviedo       6 4.0000000 0.3333333 0.5000000 0.3333333 1.0000000
```

```
tab_tiempo_desplazamiento <- multicriterio.crea.matrizvaloraciones_mej(
  c(3, 1/2, 2, 1/3, 1/2, 1/5, 1/3, 1/6, 1/5, 3, 1/2, 2, 1/4, 1/2, 3),
  numalternativas = 6,
```

```
v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla", "Valencia", "Granada",
  ↪ "Oviedo")
)
tab_tiempo_desplazamiento
```

```
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada Oviedo
## Madrid    1.0000000         3 0.5000000 2.0000000 0.3333333  0.5
## Barcelona 0.3333333         1 0.2000000 0.3333333 0.1666667  0.2
## Sevilla   2.0000000         5 1.0000000 3.0000000 0.5000000  2.0
## Valencia  0.5000000         3 0.3333333 1.0000000 0.2500000  0.5
## Granada   3.0000000         6 2.0000000 4.0000000 1.0000000  3.0
## Oviedo    2.0000000         5 0.5000000 2.0000000 0.3333333  1.0
```

```
tab_empleo <- multicriterio.crea.matrizvaloraciones_mej(
  c(1, 5, 4, 5, 6, 5, 4, 5, 6, 1/2, 2, 3, 3, 4, 2),
  numalternativas = 6,
  v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla", "Valencia", "Granada",
    ↪ "Oviedo")
)
tab_empleo
```

```
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada Oviedo
## Madrid    1.0000000 1.0000000 5.0000000 4.0000000    5.0    6
## Barcelona 1.0000000 1.0000000 5.0000000 4.0000000    5.0    6
## Sevilla   0.2000000 0.2000000 1.0000000 0.5000000    2.0    3
## Valencia  0.2500000 0.2500000 2.0000000 1.0000000    3.0    4
## Granada   0.2000000 0.2000000 0.5000000 0.3333333    1.0    2
## Oviedo    0.1666667 0.1666667 0.3333333 0.2500000    0.5    1
```

```
tab_indice_calidad_vida <- multicriterio.crea.matrizvaloraciones_mej(
  c(3, 1/2, 1/3, 1/2, 1/4, 1/4, 1/5, 1/3, 1/6, 1/2, 1, 1/2, 2, 1, 1/2),
  numalternativas = 6,
  v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla", "Valencia", "Granada",
    ↪ "Oviedo")
)
tab_indice_calidad_vida
```

```
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid    1.0000000         3   0.50 0.3333333 0.5000000 0.2500000
## Barcelona 0.3333333         1   0.25 0.2000000 0.3333333 0.1666667
## Sevilla   2.0000000         4   1.00 0.5000000 1.0000000 0.5000000
## Valencia  3.0000000         5   2.00 1.0000000 2.0000000 1.0000000
## Granada   2.0000000         3   1.00 0.5000000 1.0000000 0.5000000
## Oviedo    4.0000000         6   2.00 1.0000000 2.0000000 1.0000000
```

```
tab_seguridad_sanidad <- multicriterio.crea.matrizvaloraciones_mej(
  c(3, 4, 2, 3, 1/2, 2, 1/2, 1, 1/4, 1/3, 3, 1, 2, 1/3, 1/4),
  numalternativas = 6,
  v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla", "Valencia", "Granada",
    ↪ "Oviedo")
)
tab_seguridad_sanidad
```

```
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid    1.0000000         3.0 4.0000000 2.0000000    3 0.5000000
## Barcelona 0.3333333         1.0 2.0000000 0.5000000    1 0.2500000
```

```
## Sevilla    0.2500000    0.5 1.0000000 0.3333333    3 1.0000000
## Valencia  0.5000000    2.0 3.0000000 1.0000000    2 0.3333333
## Granada   0.3333333    1.0 0.3333333 0.5000000    1 0.2500000
## Oviedo    2.0000000    4.0 1.0000000 3.0000000    4 1.0000000
```

Pesos locales:

```
pesos_locales_ciudad =
↳ multicriterio.metodoAHP.variante1.autovectormayorautovalor(tab_ciudad)
pesos_locales_ciudad
```

```
## $Xmat
##           Créditos Alquiler Transporte Gastos Básicos
## Créditos      1.0000000 2.0000000 2.0000000    2.0000000
## Alquiler       0.5000000 1.0000000 2.0000000    2.0000000
## Transporte      0.5000000 0.5000000 1.0000000    2.0000000
## Gastos Básicos  0.5000000 0.5000000 0.5000000    1.0000000
## Tiempo Desplazamiento 0.3333333 0.3333333 0.3333333    0.5000000
## Empleo          0.5000000 0.5000000 0.5000000    1.0000000
## Índice Calidad de Vida 4.0000000 4.0000000 3.0000000    3.0000000
## Seguridad y Sanidad 5.0000000 0.5000000 0.2000000    0.1666667
##           Tiempo Desplazamiento Empleo Índice Calidad de Vida
## Créditos                        3    2.0    0.2500000
## Alquiler                        3    2.0    0.2500000
## Transporte                       3    2.0    0.3333333
## Gastos Básicos                   2    1.0    0.3333333
## Tiempo Desplazamiento            1    0.5    0.2500000
## Empleo                           2    1.0    0.3333333
## Índice Calidad de Vida            4    3.0    1.0000000
## Seguridad y Sanidad              5    0.5    0.5000000
##           Seguridad y Sanidad
## Créditos                      0.2
## Alquiler                      2.0
## Transporte                     5.0
## Gastos Básicos                 6.0
## Tiempo Desplazamiento          0.2
## Empleo                         2.0
## Índice Calidad de Vida          2.0
## Seguridad y Sanidad            1.0
##
## $autovalor
## [1] 10.16735
##
## $suma.autovector
## [1] 2.547467
##
## $normaeuclidea.autovector
## [1] 1
##
## $valoraciones.ahp
##           Créditos Alquiler Transporte
##           0.12267088 0.12494623 0.14135931
##           Gastos Básicos Tiempo Desplazamiento Empleo
##           0.12278826 0.03467526 0.07701735
## Índice Calidad de Vida Seguridad y Sanidad
##           0.26020051 0.11634219
```

```

##
## $valoraciones.ahp.ordenadas
## Índice Calidad de Vida      Transporte      Alquiler
##      0.26020051      0.14135931      0.12494623
##      Gastos Básicos      Créditos      Seguridad y Sanidad
##      0.12278826      0.12267088      0.11634219
##      Empleo      Tiempo Desplazamiento
##      0.07701735      0.03467526
##
## $CI.coef.inconsistencia
## [1] 0.3096211
##
## $RI.coef.inconsistencia
## [1] 0.2195895
##
## $consistencia
## [1] "Consistencia no aceptable. Revisar las comparaciones de criterios por pares"
##
## $tablaresumen
##      Créditos  Alquiler  Transporte  Gastos Básicos
## Créditos      1.0000000  2.0000000  2.0000000  2.0000000
## Alquiler      0.5000000  1.0000000  2.0000000  2.0000000
## Transporte    0.5000000  0.5000000  1.0000000  2.0000000
## Gastos Básicos 0.5000000  0.5000000  0.5000000  1.0000000
## Tiempo Desplazamiento 0.3333333  0.3333333  0.3333333  0.5000000
## Empleo        0.5000000  0.5000000  0.5000000  1.0000000
## Índice Calidad de Vida 4.0000000  4.0000000  3.0000000  3.0000000
## Seguridad y Sanidad  5.0000000  0.5000000  0.2000000  0.1666667
##      NA      NA      NA      NA
##      Tiempo Desplazamiento Empleo Índice Calidad de Vida
## Créditos      3      2.0      0.2500000
## Alquiler      3      2.0      0.2500000
## Transporte    3      2.0      0.3333333
## Gastos Básicos 2      1.0      0.3333333
## Tiempo Desplazamiento 1      0.5      0.2500000
## Empleo        2      1.0      0.3333333
## Índice Calidad de Vida 4      3.0      1.0000000
## Seguridad y Sanidad  5      0.5      0.5000000
##      NA      NA      NA
##      Seguridad y Sanidad      autovector.v
## Créditos      0.2 10.16735 0.31250003
## Alquiler      2.0      NA 0.31829641
## Transporte    5.0      NA 0.36010819
## Gastos Básicos 6.0      NA 0.31279905
## Tiempo Desplazamiento 0.2      NA 0.08833408
## Empleo        2.0      NA 0.19619917
## Índice Calidad de Vida 2.0      NA 0.66285224
## Seguridad y Sanidad  1.0      NA 0.29637789
##      NA      NA 2.54746707
##
## prioridades.relativas
## Créditos      0.12267088
## Alquiler      0.12494623
## Transporte    0.14135931
## Gastos Básicos 0.12278826
## Tiempo Desplazamiento 0.03467526

```

```
## Empleo 0.07701735
## Índice Calidad de Vida 0.26020051
## Seguridad y Sanidad 0.11634219
## NA
```

```
pesos_locales_creditos =
↳ multicriterio.metodoAHP.variante1.autovectormayorautovalor(tab_creditos)
pesos_locales_creditos
```

```
## $Xmat
##          Madrid Barcelona Sevilla Valencia Granada Oviedo
## Madrid 1.0000000 3.0000000 7.0 5.0000000 5.0 5
## Barcelona 0.3333333 1.0000000 6.0 4.0000000 4.0 4
## Sevilla 0.1428571 0.1666667 1.0 0.5000000 1.0 2
## Valencia 0.2000000 0.2500000 2.0 1.0000000 2.0 3
## Granada 0.2000000 0.2500000 1.0 0.5000000 1.0 2
## Oviedo 0.2000000 0.2500000 0.5 0.3333333 0.5 1
##
## $autovalor
## [1] 6.298415
##
## $suma.autovector
## [1] -1.848624
##
## $normaeuclidea.autovector
## [1] 1
##
## $valoraciones.ahp
## Madrid Barcelona Sevilla Valencia Granada Oviedo
## 0.44553157 0.26781886 0.06195331 0.10658873 0.06953890 0.04856862
##
## $valoraciones.ahp.ordenadas
## Madrid Barcelona Valencia Granada Sevilla Oviedo
## 0.44553157 0.26781886 0.10658873 0.06953890 0.06195331 0.04856862
##
## $CI.coef.inconsistencia
## [1] 0.05968297
##
## $RI.coef.inconsistencia
## [1] 0.04813143
##
## $consistencia
## [1] "Consistencia aceptable"
##
## $tablaresumen
## Madrid Barcelona Sevilla Valencia Granada Oviedo
## Madrid 1.0000000 3.0000000 7.0 5.0000000 5.0 5 6.298415
## Barcelona 0.3333333 1.0000000 6.0 4.0000000 4.0 4 NA
## Sevilla 0.1428571 0.1666667 1.0 0.5000000 1.0 2 NA
## Valencia 0.2000000 0.2500000 2.0 1.0000000 2.0 3 NA
## Granada 0.2000000 0.2500000 1.0 0.5000000 1.0 2 NA
## Oviedo 0.2000000 0.2500000 0.5 0.3333333 0.5 1 NA
## NA NA NA NA NA NA NA
## autovector.v prioridades.relativas
## Madrid -0.82362027 0.44553157
```



```
## Barcelona -0.49509633      0.26781886
## Sevilla   -0.11452837      0.06195331
## Valencia  -0.19704247      0.10658873
## Granada   -0.12855127      0.06953890
## Oviedo    -0.08978511      0.04856862
##           -1.84862383      NA
```

```
pesos_locales_alquiler =
  ↪ multicriterio.metodoAHP.variante1.autovectormayorautovalor(tab_alquiler)
pesos_locales_alquiler
```

```
## $Xmat
##           Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid      1          0.5 0.1428571 0.1666667 0.1250000 0.1428571
## Barcelona   2          1.0 0.1666667 0.2000000 0.1428571 0.1666667
## Sevilla     7          6.0 1.0000000 3.0000000 2.0000000 3.0000000
## Valencia    6          5.0 0.3333333 1.0000000 0.5000000 2.0000000
## Granada     8          7.0 0.5000000 2.0000000 1.0000000 3.0000000
## Oviedo      7          6.0 0.3333333 0.5000000 0.3333333 1.0000000
##
## $autovalor
## [1] 6.324239
##
## $suma.autovector
## [1] -2.003423
##
## $normaeuclidea.autovector
## [1] 1
##
## $valoraciones.ahp
##           Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## 0.02858200 0.03975235 0.35608487 0.16874601 0.26944939 0.13738537
##
## $valoraciones.ahp.ordenadas
##           Sevilla  Granada  Valencia  Oviedo  Barcelona  Madrid
## 0.35608487 0.26944939 0.16874601 0.13738537 0.03975235 0.02858200
##
## $CI.coef.inconsistencia
## [1] 0.06484786
##
## $RI.coef.inconsistencia
## [1] 0.05229666
##
## $consistencia
## [1] "Consistencia aceptable"
##
## $tablaresumen
##           Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid      1          0.5 0.1428571 0.1666667 0.1250000 0.1428571 6.324239
## Barcelona   2          1.0 0.1666667 0.2000000 0.1428571 0.1666667      NA
## Sevilla     7          6.0 1.0000000 3.0000000 2.0000000 3.0000000      NA
## Valencia    6          5.0 0.3333333 1.0000000 0.5000000 2.0000000      NA
## Granada     8          7.0 0.5000000 2.0000000 1.0000000 3.0000000      NA
## Oviedo      7          6.0 0.3333333 0.5000000 0.3333333 1.0000000      NA
##           NA          NA          NA          NA          NA          NA
```

```
##          autovector.v prioridades.relativas
## Madrid      -0.05726183          0.02858200
## Barcelona   -0.07964075          0.03975235
## Sevilla     -0.71338847          0.35608487
## Valencia    -0.33806958          0.16874601
## Granada     -0.53982100          0.26944939
## Oviedo      -0.27524094          0.13738537
##            -2.00342257          NA
```

```
pesos_locales_transporte =
↳ multicriterio.metodoAHP.variantel1.autovectormayorautovalor(tab_transporte)
pesos_locales_transporte
```

```
## $Xmat
##          Madrid Barcelona Sevilla  Valencia Granada Oviedo
## Madrid      1.0000000 3.0000000    5.0 4.0000000    5.0    5
## Barcelona   0.3333333 1.0000000    4.0 3.0000000    4.0    4
## Sevilla     0.2000000 0.2500000    1.0 0.5000000    1.0    2
## Valencia    0.2500000 0.3333333    2.0 1.0000000    2.0    3
## Granada     0.2000000 0.2500000    1.0 0.5000000    1.0    2
## Oviedo      0.2000000 0.2500000    0.5 0.3333333    0.5    1
##
## $autovalor
## [1] 6.205938
##
## $suma.autovector
## [1] 1.906674
##
## $normaeuclidea.autovector
## [1] 1
##
## $valoraciones.ahp
##      Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## 0.42884012 0.25039099 0.07386726 0.12250224 0.07386726 0.05053212
##
## $valoraciones.ahp.ordenadas
##      Madrid Barcelona  Valencia  Sevilla  Granada  Oviedo
## 0.42884012 0.25039099 0.12250224 0.07386726 0.07386726 0.05053212
##
## $CI.coef.inconsistencia
## [1] 0.04118765
##
## $RI.coef.inconsistencia
## [1] 0.03321584
##
## $consistencia
## [1] "Consistencia aceptable"
##
## $tablaresumen
##          Madrid Barcelona Sevilla  Valencia Granada Oviedo
## Madrid      1.0000000 3.0000000    5.0 4.0000000    5.0    5 6.205938
## Barcelona   0.3333333 1.0000000    4.0 3.0000000    4.0    4      NA
## Sevilla     0.2000000 0.2500000    1.0 0.5000000    1.0    2      NA
## Valencia    0.2500000 0.3333333    2.0 1.0000000    2.0    3      NA
## Granada     0.2000000 0.2500000    1.0 0.5000000    1.0    2      NA
```

```
## Oviedo      0.2000000 0.2500000      0.5 0.3333333      0.5      1      NA
##              NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
##              autovector.v prioridades.relativas
## Madrid      0.81765819      0.42884012
## Barcelona    0.47741392      0.25039099
## Sevilla      0.14084077      0.07386726
## Valencia     0.23357181      0.12250224
## Granada      0.14084077      0.07386726
## Oviedo      0.09634827      0.05053212
##              1.90667374      NA
```

```
pesos_locales_gastos_basicos =
  ↪ multicriterio.metodoAHP.variante1.autovectormayorautovalor(tab_gastos_basicos)
pesos_locales_gastos_basicos
```

```
## $Xmat
##      Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid      1 0.3333333 0.1428571 0.2000000 0.1666667 0.1666667
## Barcelona    3 1.0000000 0.2000000 0.3333333 0.2500000 0.2500000
## Sevilla      7 5.0000000 1.0000000 3.0000000 2.0000000 3.0000000
## Valencia     5 3.0000000 0.3333333 1.0000000 0.5000000 2.0000000
## Granada      6 4.0000000 0.5000000 2.0000000 1.0000000 3.0000000
## Oviedo      6 4.0000000 0.3333333 0.5000000 0.3333333 1.0000000
##
## $autovalor
## [1] 6.303158
##
## $suma.autovector
## [1] -2.03175
##
## $normaeuclidea.autovector
## [1] 1
##
## $valoraciones.ahp
##      Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## 0.03170638 0.05988980 0.36065933 0.16101517 0.25199395 0.13473536
##
## $valoraciones.ahp.ordenadas
##      Sevilla  Granada  Valencia  Oviedo  Barcelona  Madrid
## 0.36065933 0.25199395 0.16101517 0.13473536 0.05988980 0.03170638
##
## $CI.coef.inconsistencia
## [1] 0.06063151
##
## $RI.coef.inconsistencia
## [1] 0.04889638
##
## $consistencia
## [1] "Consistencia aceptable"
##
## $tablaresumen
##      Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid      1 0.3333333 0.1428571 0.2000000 0.1666667 0.1666667 6.303158
## Barcelona    3 1.0000000 0.2000000 0.3333333 0.2500000 0.2500000      NA
## Sevilla      7 5.0000000 1.0000000 3.0000000 2.0000000 3.0000000      NA
```

```
## Valencia      5 3.0000000 0.3333333 1.0000000 0.5000000 2.0000000      NA
## Granada       6 4.0000000 0.5000000 2.0000000 1.0000000 3.0000000      NA
## Oviedo        6 4.0000000 0.3333333 0.5000000 0.3333333 1.0000000      NA
##              NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
##              autovector.v prioridades.relativas
## Madrid      -0.06441943      0.03170638
## Barcelona   -0.12168109      0.05988980
## Sevilla     -0.73276944      0.36065933
## Valencia    -0.32714251      0.16101517
## Granada     -0.51198861      0.25199395
## Oviedo      -0.27374852      0.13473536
##              -2.03174959      NA
```

```
pesos_locales_tiempo_desplazamiento =
↳ multicriterio.metodoAHP.variante1.autovectormayorautovalor(tab_tiempo_desplazamiento)
pesos_locales_tiempo_desplazamiento
```

```
## $Xmat
##           Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada Oviedo
## Madrid    1.0000000      3 0.5000000 2.0000000 0.3333333    0.5
## Barcelona 0.3333333      1 0.2000000 0.3333333 0.1666667    0.2
## Sevilla   2.0000000      5 1.0000000 3.0000000 0.5000000    2.0
## Valencia  0.5000000      3 0.3333333 1.0000000 0.2500000    0.5
## Granada   3.0000000      6 2.0000000 4.0000000 1.0000000    3.0
## Oviedo    2.0000000      5 0.5000000 2.0000000 0.3333333    1.0
##
## $autovalor
## [1] 6.152144
##
## $suma.autovector
## [1] 2.060854
##
## $normaeuclidea.autovector
## [1] 1
##
## $valoraciones.ahp
##           Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## 0.11754041 0.04009970 0.23163826 0.08324348 0.36455494 0.16292320
##
## $valoraciones.ahp.ordenadas
##           Granada  Sevilla  Oviedo  Madrid  Valencia Barcelona
## 0.36455494 0.23163826 0.16292320 0.11754041 0.08324348 0.04009970
##
## $CI.coef.inconsistencia
## [1] 0.03042875
##
## $RI.coef.inconsistencia
## [1] 0.02453932
##
## $consistencia
## [1] "Consistencia aceptable"
##
## $tablaresumen
##           Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada Oviedo
## Madrid    1.0000000      3 0.5000000 2.0000000 0.3333333    0.5 6.152144
```

```
## Barcelona 0.3333333 1 0.2000000 0.3333333 0.1666667 0.2 NA
## Sevilla 2.0000000 5 1.0000000 3.0000000 0.5000000 2.0 NA
## Valencia 0.5000000 3 0.3333333 1.0000000 0.2500000 0.5 NA
## Granada 3.0000000 6 2.0000000 4.0000000 1.0000000 3.0 NA
## Oviedo 2.0000000 5 0.5000000 2.0000000 0.3333333 1.0 NA
## NA NA NA NA NA NA NA
## autovector.v prioridades.relativas
## Madrid 0.24223360 0.11754041
## Barcelona 0.08263962 0.04009970
## Sevilla 0.47737258 0.23163826
## Valencia 0.17155264 0.08324348
## Granada 0.75129442 0.36455494
## Oviedo 0.33576088 0.16292320
## 2.06085375 NA
```

```
pesos_locales_empleo =
↳ multicriterio.metodoAHP.variante1.autovectormayorautovalor(tab_empleo)
pesos_locales_empleo
```

```
## $Xmat
## Madrid Barcelona Sevilla Valencia Granada Oviedo
## Madrid 1.0000000 1.0000000 5.0000000 4.0000000 5.0 6
## Barcelona 1.0000000 1.0000000 5.0000000 4.0000000 5.0 6
## Sevilla 0.2000000 0.2000000 1.0000000 0.5000000 2.0 3
## Valencia 0.2500000 0.2500000 2.0000000 1.0000000 3.0 4
## Granada 0.2000000 0.2000000 0.5000000 0.3333333 1.0 2
## Oviedo 0.1666667 0.1666667 0.3333333 0.2500000 0.5 1
##
## $autovalor
## [1] 6.212154
##
## $suma.autovector
## [1] 1.934796
##
## $normaeuclidea.autovector
## [1] 1
##
## $valoraciones.ahp
## Madrid Barcelona Sevilla Valencia Granada Oviedo
## 0.34552473 0.34552473 0.08354150 0.12849463 0.05776929 0.03914512
##
## $valoraciones.ahp.ordenadas
## Madrid Barcelona Valencia Sevilla Granada Oviedo
## 0.34552473 0.34552473 0.12849463 0.08354150 0.05776929 0.03914512
##
## $CI.coef.inconsistencia
## [1] 0.04243072
##
## $RI.coef.inconsistencia
## [1] 0.03421832
##
## $consistencia
## [1] "Consistencia aceptable"
##
## $tablaresumen
```

```
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia Granada Oviedo
## Madrid    1.0000000 1.0000000 5.0000000 4.0000000      5.0      6 6.212154
## Barcelona 1.0000000 1.0000000 5.0000000 4.0000000      5.0      6      NA
## Sevilla   0.2000000 0.2000000 1.0000000 0.5000000      2.0      3      NA
## Valencia  0.2500000 0.2500000 2.0000000 1.0000000      3.0      4      NA
## Granada   0.2000000 0.2000000 0.5000000 0.3333333      1.0      2      NA
## Oviedo    0.1666667 0.1666667 0.3333333 0.2500000      0.5      1      NA
##          NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
##          autovector.v prioridades.relativas
## Madrid    0.66851977              0.34552473
## Barcelona 0.66851977              0.34552473
## Sevilla   0.16163575              0.08354150
## Valencia  0.24861086              0.12849463
## Granada   0.11177178              0.05776929
## Oviedo    0.07573781              0.03914512
##          1.93479575              NA

pesos_locales_indice_calidad_vida =
  ↳ multicriterio.metodoAHP.variante1.autovectormayorautovalor(tab_indice_calidad_vida)
pesos_locales_indice_calidad_vida
```

```
## $Xmat
##          Madrid Barcelona Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid    1.0000000      3    0.50 0.3333333 0.5000000 0.2500000
## Barcelona 0.3333333      1    0.25 0.2000000 0.3333333 0.1666667
## Sevilla   2.0000000      4    1.00 0.5000000 1.0000000 0.5000000
## Valencia  3.0000000      5    2.00 1.0000000 2.0000000 1.0000000
## Granada   2.0000000      3    1.00 0.5000000 1.0000000 0.5000000
## Oviedo    4.0000000      6    2.00 1.0000000 2.0000000 1.0000000
##
## $autovalor
## [1] 6.061077
##
## $suma.autovector
## [1] -2.151547
##
## $normaeuclidea.autovector
## [1] 1
##
## $valoraciones.ahp
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## 0.08810350 0.04357914 0.15433222 0.27255849 0.14714222 0.29428444
##
## $valoraciones.ahp.ordenadas
##          Oviedo  Valencia  Sevilla  Granada  Madrid Barcelona
## 0.29428444 0.27255849 0.15433222 0.14714222 0.08810350 0.04357914
##
## $CI.coef.inconsistencia
## [1] 0.01221541
##
## $RI.coef.inconsistencia
## [1] 0.009851135
##
## $consistencia
## [1] "Consistencia aceptable"
```

```
##
## $tablaresumen
##      Madrid Barcelona Sevilla Valencia Granada Oviedo
## Madrid 1.0000000      3 0.50 0.3333333 0.5000000 0.2500000 6.061077
## Barcelona 0.3333333      1 0.25 0.2000000 0.3333333 0.1666667 NA
## Sevilla 2.0000000      4 1.00 0.5000000 1.0000000 0.5000000 NA
## Valencia 3.0000000      5 2.00 1.0000000 2.0000000 1.0000000 NA
## Granada 2.0000000      3 1.00 0.5000000 1.0000000 0.5000000 NA
## Oviedo 4.0000000      6 2.00 1.0000000 2.0000000 1.0000000 NA
##      NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
##      autovector.v prioridades.relativas
## Madrid -0.18955885      0.08810350
## Barcelona -0.09376259      0.04357914
## Sevilla -0.33205308      0.15433222
## Valencia -0.58642250      0.27255849
## Granada -0.31658345      0.14714222
## Oviedo -0.63316691      0.29428444
##      -2.15154739      NA

pesos_locales_seguridad_sanidad =
  ↪ multicriterio.metodoAHP.variante1.autovectormayorautovalor(tab_seguridad_sanidad)
pesos_locales_seguridad_sanidad

## $Xmat
##      Madrid Barcelona Sevilla Valencia Granada Oviedo
## Madrid 1.0000000      3.0 4.0000000 2.0000000      3 0.5000000
## Barcelona 0.3333333      1.0 2.0000000 0.5000000      1 0.2500000
## Sevilla 0.2500000      0.5 1.0000000 0.3333333      3 1.0000000
## Valencia 0.5000000      2.0 3.0000000 1.0000000      2 0.3333333
## Granada 0.3333333      1.0 0.3333333 0.5000000      1 0.2500000
## Oviedo 2.0000000      4.0 1.0000000 3.0000000      4 1.0000000
##
## $autovalor
## [1] 6.678413
##
## $suma.autovector
## [1] -2.174449
##
## $normaeuclidea.autovector
## [1] 1
##
## $valoraciones.ahp
##      Madrid Barcelona Sevilla Valencia Granada Oviedo
## 0.25214907 0.09570064 0.11813974 0.15973084 0.06621765 0.30806206
##
## $valoraciones.ahp.ordenadas
##      Oviedo Madrid Valencia Sevilla Barcelona Granada
## 0.30806206 0.25214907 0.15973084 0.11813974 0.09570064 0.06621765
##
## $CI.coef.inconsistencia
## [1] 0.1356826
##
## $RI.coef.inconsistencia
## [1] 0.1094214
##
```

```
## $consistencia
## [1] "Consistencia no aceptable. Revisar las comparaciones de criterios por pares"
##
## $tablaresumen
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia Granada  Oviedo
## Madrid    1.0000000      3.0 4.0000000 2.0000000      3 0.5000000 6.678413
## Barcelona 0.3333333      1.0 2.0000000 0.5000000      1 0.2500000      NA
## Sevilla   0.2500000      0.5 1.0000000 0.3333333      3 1.0000000      NA
## Valencia  0.5000000      2.0 3.0000000 1.0000000      2 0.3333333      NA
## Granada   0.3333333      1.0 0.3333333 0.5000000      1 0.2500000      NA
## Oviedo    2.0000000      4.0 1.0000000 3.0000000      4 1.0000000      NA
##          NA      NA      NA      NA      NA      NA      NA
##          autovector.v prioridades.relativas
## Madrid    -0.5482853      0.25214907
## Barcelona  -0.2080962      0.09570064
## Sevilla    -0.2568888      0.11813974
## Valencia   -0.3473266      0.15973084
## Granada    -0.1439869      0.06621765
## Oviedo     -0.6698652      0.30806206
##          -2.1744489      NA
```

Pesos globales:

```
pesos_globales1=multicriterio.metodoAHP.pesosglobales_entabla(pesos_locales_ciudad$valoraciones.ahp,
↳ rbind(pesos_locales_creditos$valoraciones.ahp,
↳ pesos_locales_alquiler$valoraciones.ahp,
↳ pesos_locales_transporte$valoraciones.ahp,pesos_locales_gastos_basicos$valoraciones.ahp,
↳ pesos_locales_tiempo_desplazamiento$valoraciones.ahp,
↳ pesos_locales_empleo$valoraciones.ahp,
↳ pesos_locales_indice_calidad_vida$valoraciones.ahp,
↳ pesos_locales_seguridad_sanidad$valoraciones.ahp))
pesos_globales1
```

```
##          Créditos  Alquiler Transporte Gastos Básicos
## Madrid    0.44553157 0.02858200 0.42884012      0.03170638
## Barcelona  0.26781886 0.03975235 0.25039099      0.05988980
## Sevilla    0.06195331 0.35608487 0.07386726      0.36065933
## Valencia   0.10658873 0.16874601 0.12250224      0.16101517
## Granada    0.06953890 0.26944939 0.07386726      0.25199395
## Oviedo     0.04856862 0.13738537 0.05053212      0.13473536
## Ponder.Criterios 0.12267088 0.12494623 0.14135931      0.12278826
##          Tiempo Desplazamiento  Empleo Índice Calidad de Vida
## Madrid    0.11754041 0.34552473      0.08810350
## Barcelona  0.04009970 0.34552473      0.04357914
## Sevilla    0.23163826 0.08354150      0.15433222
## Valencia   0.08324348 0.12849463      0.27255849
## Granada    0.36455494 0.05776929      0.14714222
## Oviedo     0.16292320 0.03914512      0.29428444
## Ponder.Criterios 0.03467526 0.07701735      0.26020051
##          Seguridad y Sanidad Ponderadores Globales
## Madrid    0.25214907      0.2056860
## Barcelona  0.09570064      0.1310445
## Sevilla    0.11813974      0.1751861
## Valencia   0.15973084      0.1735332
## Granada    0.06621765      0.1466615
## Oviedo     0.30806206      0.1678887
```


Ponder.Criterios

0.11634219

NA

El Método de Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) proporciona una ordenación de las alternativas basada en los juicios de preferencia del decisor, y el resultado es: *Ranking AHP*: Madrid (1º) > Sevilla (2º) > Valencia (3º) > Oviedo (4º) > Granada (5º) > Barcelona (6º) **Madrid** (a1) es la alternativa óptima según el AHP. Su fuerza en criterios como Créditos, Empleo y Transporte le confiere el mayor Ponderador Global (0.206). **Sevilla** (a3) y **Valencia** (a4) se sitúan en el segundo y tercer puesto, respectivamente. La alta valoración de Sevilla se debe principalmente a su liderazgo en los costos de vida (Alquiler y Gastos Básicos), que son criterios con alto peso en el modelo. **Barcelona** (a2) es la alternativa con el Ponderador Global más bajo (0.131), debido a su pobre desempeño en los subcriterios clave.

Método 2

```
matriz_sub= multicriterio.crea.matrizvaloraciones(c(
  # Créditos
  1, 2, 2, 2, 3, 2, 1/4, 1/5,
  # Alquiler
  1/2, 1, 2, 2, 3, 2, 1/4, 2,
  # Transporte
  1/2, 1/2, 1, 2, 3, 2, 1/3, 5,
  # Gastos Básicos
  1/2, 1/2, 1/2, 1, 2, 1, 1/3, 6,
  # Tiempo Desplazamiento
  1/3, 1/3, 1/3, 1/2, 1, 1/2, 1/4, 1/5,
  # Empleo
  1/2, 1/2, 1/2, 1, 2, 1, 1/3, 2,
  # Índice Calidad de Vida
  4, 4, 3, 3, 4, 3, 1, 2,
  # Seguridad y Sanidad
  5, 1/2, 1/5, 1/6, 5, 1/2, 1/2, 1
), numalternativas = 8, v.nombres.alternativas = c(
  "Créditos", "Alquiler", "Transporte", "Gastos Básicos", "Tiempo Desplazamiento",
  ↪ "Empleo", "Índice Calidad de Vida", "Seguridad y Sanidad"
))

matriz_creditos= multicriterio.crea.matrizvaloraciones(c(
  # Madrid
  1, 3, 7, 5, 5, 5,
  # Barcelona
  1/3, 1, 6, 4, 4, 4,
  # Sevilla
  1/7, 1/6, 1, 1/2, 1, 2,
  # Valencia
  1/5, 1/4, 2, 1, 2, 3,
  # Granada
  1/5, 1/4, 1, 1/2, 1, 2,
  # Oviedo
  1/5, 1/4, 1/2, 1/3, 1/2, 1
), numalternativas = 6, v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla",
  ↪ "Valencia", "Granada", "Oviedo"))

matriz_alquiler= multicriterio.crea.matrizvaloraciones(c(
  # Madrid
  1, 1/2, 1/7, 1/6, 1/8, 1/7,
  # Barcelona
```

```

2, 1, 1/6, 1/5, 1/7, 1/6,
# Sevilla
7, 6, 1, 3, 2, 3,
# Valencia
6, 5, 1/3, 1, 1/2, 2,
# Granada
8, 7, 1/2, 2, 1, 3,
# Oviedo
7, 6, 1/3, 1/2, 1/3, 1
), numalternativas = 6, v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla",
↪ "Valencia", "Granada", "Oviedo"))

matriz_transporte= multicriterio.crea.matrizvaloraciones(c(
# Madrid
1, 3, 5, 4, 5, 5,
# Barcelona
1/3, 1, 4, 3, 4, 4,
# Sevilla
1/5, 1/4, 1, 1/2, 1, 2,
# Valencia
1/4, 1/3, 2, 1, 2, 3,
# Granada
1/5, 1/4, 1, 1/2, 1, 2,
# Oviedo
1/5, 1/4, 1/2, 1/3, 1/2, 1
), numalternativas = 6, v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla",
↪ "Valencia", "Granada", "Oviedo"))

matriz_gastos_basicos= multicriterio.crea.matrizvaloraciones(c(
# Madrid
1, 1/3, 1/7, 1/5, 1/6, 1/6,
# Barcelona
3, 1, 1/5, 1/3, 1/4, 1/4,
# Sevilla
7, 5, 1, 3, 2, 3,
# Valencia
5, 3, 1/3, 1, 1/2, 2,
# Granada
6, 4, 1/2, 2, 1, 3,
# Oviedo
6, 4, 1/3, 1/2, 1/3, 1
), numalternativas = 6, v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla",
↪ "Valencia", "Granada", "Oviedo"))

matriz_tiempo_desplazamiento= multicriterio.crea.matrizvaloraciones(c(
# Madrid
1, 3, 1/2, 2, 1/3, 1/2,
# Barcelona
1/3, 1, 1/5, 1/3, 1/6, 1/5,
# Sevilla
2, 5, 1, 3, 1/2, 2,
# Valencia
1/2, 3, 1/3, 1, 1/4, 1/2,
# Granada

```

```

3, 6, 2, 4, 1, 3,
# Oviedo
2, 5, 1/2, 2, 1/3, 1
), numalternativas = 6, v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla",
↪ "Valencia", "Granada", "Oviedo"))

matriz_empleo= multicriterio.crea.matrizvaloraciones(c(
# Madrid
1, 1, 5, 4, 5, 6,
# Barcelona
1, 1, 5, 4, 5, 6,
# Sevilla
1/5, 1/5, 1, 1/2, 2, 3,
# Valencia
1/4, 1/4, 2, 1, 3, 4,
# Granada
1/5, 1/5, 1/2, 1/3, 1, 2,
# Oviedo
1/6, 1/6, 1/3, 1/4, 1/2, 1
), numalternativas = 6, v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla",
↪ "Valencia", "Granada", "Oviedo"))

matriz_indice_calidad_vida= multicriterio.crea.matrizvaloraciones(c(
# Madrid
1, 3, 1/2, 1/3, 1/2, 1/4,
# Barcelona
1/3, 1, 1/4, 1/5, 1/3, 1/6,
# Sevilla
2, 4, 1, 1/2, 1, 1/2,
# Valencia
3, 5, 2, 1, 2, 1,
# Granada
2, 3, 1, 1/2, 1, 1/2,
# Oviedo
4, 6, 2, 1, 2, 1
), numalternativas = 6, v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla",
↪ "Valencia", "Granada", "Oviedo"))

matriz_seguridad_sanidad= multicriterio.crea.matrizvaloraciones(c(
# Madrid
1, 3, 4, 2, 3, 1/2,
# Barcelona
1/3, 1, 2, 1/2, 1, 1/4,
# Sevilla
1/4, 1/2, 1, 1/3, 1/2, 1/5,
# Valencia
1/2, 2, 3, 1, 2, 1/3,
# Granada
1/3, 1, 2, 1/2, 1, 1/4,
# Oviedo
2, 4, 5, 3, 4, 1
), numalternativas = 6, v.nombres.alternativas = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla",
↪ "Valencia", "Granada", "Oviedo"))

```

```

num_criterios=8
num_alternativas=6

matriznivel2_ciudad=array(NA,dim=c(num_alternativas,num_alternativas,num_criterios))

matriznivel2_ciudad[,1] = matriz_creditos

matriznivel2_ciudad[,2] = matriz_alquiler

matriznivel2_ciudad[,3] = matriz_transporte

matriznivel2_ciudad[,4] = matriz_gastos_basicos

matriznivel2_ciudad[,5] = matriz_tiempo_desplazamiento

matriznivel2_ciudad[,6] = matriz_empleo

matriznivel2_ciudad[,7] = matriz_indice_calidad_vida

matriznivel2_ciudad[,8] = matriz_seguridad_sanidad

solucion_metodo2_ciudad =
↳ multicriterio.metodoAHP.variante3.completo(matriz_sub,matriznivel2_ciudad)

solucion_metodo2_ciudad$pesos.globales

```

```
## [1] 0.2030833 0.1299080 0.1645237 0.1744361 0.1481787 0.1798703
```

La aplicación del Método AHP mediante la Variante 3 (Completo) confirma la robustez de la elección de **Madrid**, al mantenerla en el **Rango 1** con un peso global de 0.2031. *Consenso en los Extremos*: Ambos métodos AHP coinciden en que **Madrid** (a1) es la **mejor opción** y **Barcelona** (a2) es la **menos favorable**. *Diferencia en el Podio*: En esta variante, **Oviedo** (a6) sube significativamente al **2º puesto**, y **Sevilla** (a3) cae al **4º**. Esto es coherente con el alto peso de Oviedo en los criterios de Seguridad y Sanidad e Índice de Calidad de Vida (criterios altamente valorados por el decisor), que se ven enfatizados en esta agregación de juicios. **Valencia** (a4) se mantiene **estable en el Rango 3**. La variabilidad en los puestos medios entre las dos variantes del AHP subraya la sensibilidad del ranking a la estructura de las matrices de juicio y al método de cálculo de pesos.

Ahora vamos a utilizar las funciones del archivo correspondiente:

Método 1

En forma de diagrama:

```
matriznivel2_ciudad2 = array(NA, dim=c(6,6,8))

matriznivel2_ciudad2[, ,1] = matriz_creditos

matriznivel2_ciudad2[, ,2] = matriz_alquiler

matriznivel2_ciudad2[, ,3] = matriz_transporte

matriznivel2_ciudad2[, ,4] = matriz_gastos_basicos

matriznivel2_ciudad2[, ,5] = matriz_tiempo_desplazamiento

matriznivel2_ciudad2[, ,6] = matriz_empleo

matriznivel2_ciudad2[, ,7] = matriz_indice_calidad_vida

matriznivel2_ciudad2[, ,8] = matriz_seguridad_sanidad

row.names(matriznivel2_ciudad2) = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla", "Valencia",
  ↪ "Granada", "Oviedo")

colnames(matriznivel2_ciudad2) = c("Madrid", "Barcelona", "Sevilla", "Valencia",
  ↪ "Granada", "Oviedo")

matriznivel2_ciudad2
```

```
## , , 1
##
##      Madrid Barcelona Sevilla  Valencia Granada Oviedo
## Madrid    1.0000000 3.0000000      7.0 5.0000000      5.0      5
## Barcelona 0.3333333 1.0000000      6.0 4.0000000      4.0      4
## Sevilla   0.1428571 0.1666667      1.0 0.5000000      1.0      2
## Valencia  0.2000000 0.2500000      2.0 1.0000000      2.0      3
## Granada   0.2000000 0.2500000      1.0 0.5000000      1.0      2
## Oviedo    0.2000000 0.2500000      0.5 0.3333333      0.5      1
##
## , , 2
##
##      Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid      1      0.5 0.1428571 0.1666667 0.1250000 0.1428571
## Barcelona    2      1.0 0.1666667 0.2000000 0.1428571 0.1666667
## Sevilla      7      6.0 1.0000000 3.0000000 2.0000000 3.0000000
## Valencia     6      5.0 0.3333333 1.0000000 0.5000000 2.0000000
## Granada      8      7.0 0.5000000 2.0000000 1.0000000 3.0000000
## Oviedo       7      6.0 0.3333333 0.5000000 0.3333333 1.0000000
##
## , , 3
##
##      Madrid Barcelona Sevilla  Valencia Granada Oviedo
## Madrid    1.0000000 3.0000000      5.0 4.0000000      5.0      5
```

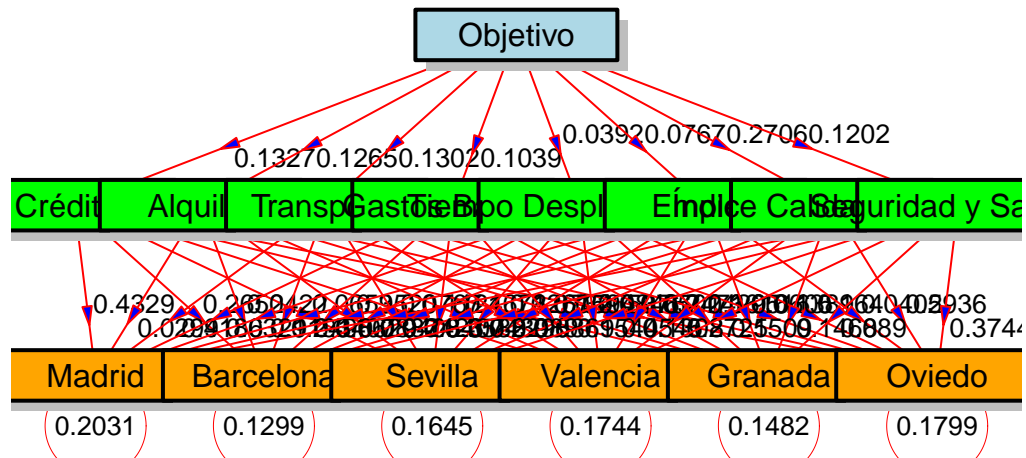
```

## Barcelona 0.3333333 1.0000000      4.0 3.0000000      4.0      4
## Sevilla   0.2000000 0.2500000      1.0 0.5000000      1.0      2
## Valencia  0.2500000 0.3333333      2.0 1.0000000      2.0      3
## Granada   0.2000000 0.2500000      1.0 0.5000000      1.0      2
## Oviedo    0.2000000 0.2500000      0.5 0.3333333      0.5      1
##
## , , 4
##
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid      1 0.3333333 0.1428571 0.2000000 0.1666667 0.1666667
## Barcelona    3 1.0000000 0.2000000 0.3333333 0.2500000 0.2500000
## Sevilla      7 5.0000000 1.0000000 3.0000000 2.0000000 3.0000000
## Valencia     5 3.0000000 0.3333333 1.0000000 0.5000000 2.0000000
## Granada      6 4.0000000 0.5000000 2.0000000 1.0000000 3.0000000
## Oviedo      6 4.0000000 0.3333333 0.5000000 0.3333333 1.0000000
##
## , , 5
##
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada Oviedo
## Madrid      1.0000000      3 0.5000000 2.0000000 0.3333333 0.5
## Barcelona 0.3333333      1 0.2000000 0.3333333 0.1666667 0.2
## Sevilla   2.0000000      5 1.0000000 3.0000000 0.5000000 2.0
## Valencia  0.5000000      3 0.3333333 1.0000000 0.2500000 0.5
## Granada   3.0000000      6 2.0000000 4.0000000 1.0000000 3.0
## Oviedo    2.0000000      5 0.5000000 2.0000000 0.3333333 1.0
##
## , , 6
##
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada Oviedo
## Madrid      1.0000000 1.0000000 5.0000000 4.0000000      5.0      6
## Barcelona 1.0000000 1.0000000 5.0000000 4.0000000      5.0      6
## Sevilla   0.2000000 0.2000000 1.0000000 0.5000000      2.0      3
## Valencia  0.2500000 0.2500000 2.0000000 1.0000000      3.0      4
## Granada   0.2000000 0.2000000 0.5000000 0.3333333      1.0      2
## Oviedo    0.1666667 0.1666667 0.3333333 0.2500000      0.5      1
##
## , , 7
##
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid      1.0000000      3      0.50 0.3333333 0.5000000 0.2500000
## Barcelona 0.3333333      1      0.25 0.2000000 0.3333333 0.1666667
## Sevilla   2.0000000      4      1.00 0.5000000 1.0000000 0.5000000
## Valencia  3.0000000      5      2.00 1.0000000 2.0000000 1.0000000
## Granada   2.0000000      3      1.00 0.5000000 1.0000000 0.5000000
## Oviedo    4.0000000      6      2.00 1.0000000 2.0000000 1.0000000
##
## , , 8
##
##          Madrid Barcelona  Sevilla  Valencia  Granada  Oviedo
## Madrid      1.0000000      3.0      4 2.0000000      3.0 0.5000000
## Barcelona 0.3333333      1.0      2 0.5000000      1.0 0.2500000
## Sevilla   0.2500000      0.5      1 0.3333333      0.5 0.2000000
## Valencia  0.5000000      2.0      3 1.0000000      2.0 0.3333333
## Granada   0.3333333      1.0      2 0.5000000      1.0 0.2500000
## Oviedo    2.0000000      4.0      5 3.0000000      4.0 1.0000000

```

```
multicriterio.metodoahp.diagrama(matriz_sub, matriznivel2_ciudad2)
```

Estructura Jerárquica (AHP)



El diagrama confirma la coherencia entre las matrices de juicio introducidas y el resultado final obtenido en el “Método 2” del AHP: *Jerarquía de Importancia*: El diagrama ilustra claramente que Índice de Calidad de Vida (0.2706) es el criterio más importante para el decisor, seguido por Alquiler (0.1327) y Transporte (0.1265). *Contribución al Objetivo*: Las flechas rojas muestran la influencia de cada alternativa en cada criterio. **Madrid** (a1) tiene el **mayor peso global** (0.2031), lo que indica que, al ponderar el desempeño de Madrid en cada criterio por la importancia del criterio, **obtiene la mejor puntuación total**. **Barcelona** (a2) tiene el **menor peso global** (0.1299). *Consolidación del Ranking*: El diagrama visualiza el ranking final del AHP (Método 2): $a1 > a6 > a4 > a3 > a5 > a2$, que es la base de la conclusión ya proporcionada.

Método 2: Uso del paquete AHP

```
library(ahp)
datos_ciudad= Load("eleccionciudad.ahp")

Calculate(datos_ciudad)
ahp::Visualize(datos_ciudad)
```

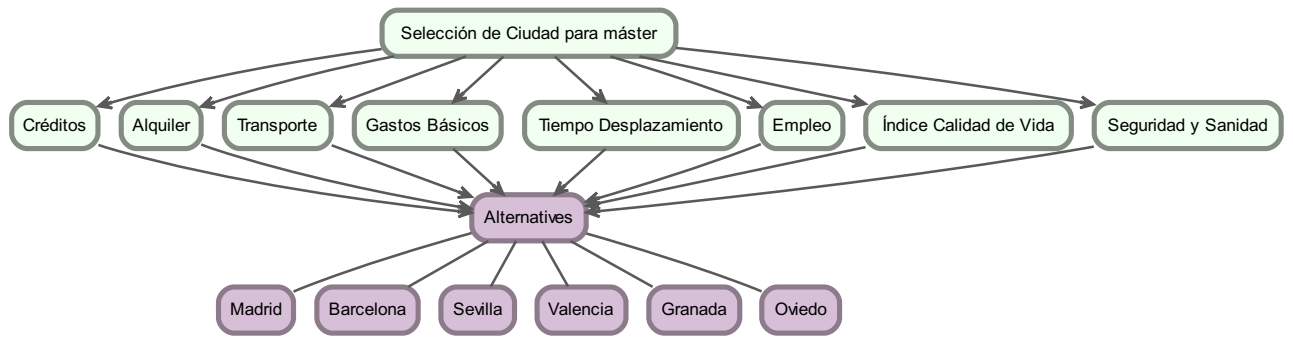


Tabla solución:

```

#export_formattable(AnalyzeTable(datos_ciudad, sort = "orig"), file =
↳ "tablaahpciudad.png")
knitr::include_graphics("tablaahpciudad.png")

```


	Weight	Madrid	Barcelona	Sevilla	Valencia	Granada	Oviedo	Inconsistency
Selección de Ciudad para máster	100.0%	20.5%	13.0%	16.8%	17.2%	14.9%	17.6%	22.0%
Créditos	12.3%	5.5%	3.3%	0.8%	1.3%	0.9%	0.6%	4.8%
Alquiler	12.5%	0.4%	0.5%	4.4%	2.1%	3.4%	1.7%	5.2%
Transporte	14.1%	6.1%	3.5%	1.0%	1.7%	1.0%	0.7%	3.3%
Gastos Básicos	12.3%	0.4%	0.7%	4.4%	2.0%	3.1%	1.7%	4.9%
Tiempo Desplazamiento	3.5%	0.4%	0.1%	0.8%	0.3%	1.3%	0.6%	2.4%
Empleo	7.7%	2.7%	2.7%	0.6%	1.0%	0.4%	0.3%	3.4%
Índice Calidad de Vida	26.0%	2.3%	1.1%	4.0%	7.1%	3.8%	7.7%	1.0%
Seguridad y Sanidad	11.6%	2.8%	1.0%	0.6%	1.7%	1.0%	4.4%	1.2%

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) estableció un ranking robusto para la selección de la ciudad, determinando consistentemente a **Madrid** (a1) como la **opción óptima** (1º puesto, peso = 0.203 aproximadamente), seguida de **Oviedo** (a6) y **Valencia** (a4) en el podio. Sin embargo, la fiabilidad de estos resultados se ve seriamente comprometida, ya que la Matriz de Subcriterios presentó una Razón de Consistencia (CR) inaceptable de 0.1691. Este alto nivel de inconsistencia indica que los juicios del decisor al sopesar la importancia de los criterios son contradictorios, invalidando la certeza de los pesos obtenidos y requiriendo la revisión y ajuste urgente de dicha matriz para garantizar que el modelo AHP sea un instrumento fiable para la toma de decisiones.

Tabla solución de pesos locales:

```
#segundografico= AnalyzeTable(datos_ciudad, variable = "priority")
#export_formattable(segundografico, file = "tablaahpciudad2.png")
knitr::include_graphics("tablaahpciudad2.png")
```

	Priority	Madrid	Oviedo	Valencia	Sevilla	Granada	Barcelona	Inconsistency
Selección de Ciudad para máster	100.0%							22.0%
Índice Calidad de Vida	26.0%	8.8%	29.4%	27.3%	15.4%	14.7%	4.4%	1.0%
Transporte	14.1%	42.9%	5.1%	12.3%	7.4%	7.4%	25.0%	3.3%
Alquiler	12.5%	2.9%	13.7%	16.9%	35.6%	26.9%	4.0%	5.2%
Gastos Básicos	12.3%	3.2%	13.5%	16.1%	36.1%	25.2%	6.0%	4.9%
Créditos	12.3%	44.6%	4.9%	10.7%	6.2%	7.0%	26.8%	4.8%
Seguridad y Sanidad	11.6%	24.3%	37.7%	15.0%	5.4%	8.8%	8.8%	1.2%
Empleo	7.7%	34.6%	3.9%	12.8%	8.4%	5.8%	34.6%	3.4%
Tiempo Desplazamiento	3.5%	11.8%	16.3%	8.3%	23.2%	36.5%	4.0%	2.4%

El análisis de los pesos locales revela la distribución de fortalezas de las alternativas a través de la jerarquía AHP. **Madrid** (a1) exhibe un rendimiento superior en los criterios de mayor impacto económico y social, **dominando en Créditos** (44.6%), **Transporte** (42.9%) y **Empleo** (34.6%), lo cual justifica su primera posición global. Por su parte, **Oviedo** (a6) **lidera en los criterios de bienestar**, con la mayor prioridad en Índice de Calidad de Vida (29.4%) y Seguridad y Sanidad (37.7%). Finalmente, las **alternativas del sur se imponen en costos y tiempo**, con **Sevilla** (a3) mostrando la **mejor ponderación en Alquiler** (35.6%) y **Gastos Básicos** (36.1%), y **Granada** (a5) en **Tiempo de Desplazamiento** (36.5%).

6 Conclusión

El análisis exhaustivo de la selección de la ciudad, utilizando los enfoques de sobreclasificación (ELECTRE I, PROMETHEE II) y jerárquico (AHP), converge en la **recomendación de Madrid** (a1) como la **opción óptima**, ya que se posicionó consistentemente en el Rango 1 en los modelos de ordenación total, impulsada por su fuerte desempeño en criterios clave como Créditos, Transporte y Empleo. No obstante, la alternativa Valencia (a4) se establece como la opción más robusta y segura, al ser la única en formar parte del Núcleo de ELECTRE I y mantener un sólido 3º puesto en los rankings ponderados. Esta convergencia se debe tomar con precaución, ya que la matriz principal del AHP mostró una inconsistencia crítica ($CR=22.0\%$), que invalida la fiabilidad de los pesos de los criterios y exige una revisión y corrección de la matriz de subcriterios para validar la recomendación final.