

# Soluciones de los problemas

Víctor Silva Nieves

## Tabla de contenidos

1 Problema 1 .....	3
1.1 Caso favorable .....	3
1.1.a Método pesimista .....	3
1.1.b Método optimista .....	4
1.1.c Método Hurwicz .....	4
1.1.d Método Savage .....	5
1.1.e Método Laplace .....	6
1.1.f Método punto ideal .....	6
1.1.g Resumen caso favorable .....	6
1.2 Caso desfavorable .....	7
1.2.a Método pesimista .....	7
1.2.b Método optimista .....	7
1.2.c Método Hurwicz .....	7
1.2.d Método Savage .....	9
1.2.e Método Laplace .....	9
1.2.f Método punto ideal .....	9
1.2.g Resumen caso desfavorable .....	9
2 Problema 2 .....	11
2.1 Planteamiento del problema .....	11
2.2 Resolución del problema .....	13

```

# Cargar librerías necesarias
library(tinytable)

# Cargar script con funciones
source("teoriadecision_funciones_incertidumbre.R")

# Preparar tema propio para tablas
colores <- hcl.colors(5, palette = "Berlin")

crea_vector_posiciones_tabla <- function(numero_columnas) {
  posiciones <- ""
  for(i in 1:numero_columnas) {
    posiciones <- paste0(posiciones,"c")
  }
  return(posiciones)
}

crea_tabla_estilo <- function(tabla, nombresfila = TRUE) {

  if (nombresfila == TRUE) {
    rn <- rownames(tabla)
    if (is.null(rn)) rn <- rep("", nrow(tabla))
    tabla <- cbind(rn = rn, tabla, stringsAsFactors = FALSE)
    colnames(tabla)[1] <- ""
    rownames(tabla) <- NULL
  }

  t <- tt(tabla, theme = "empty", width=1) |>
    format_tt(quarto=TRUE) |>
    style_tt(j = 1:ncol(tabla), align =
crea_vector_posiciones_tabla(ncol(tabla)), alignv = "m") |>
    style_tt(i = 0, line = "b", line_color = colores[2], line_width = 0.2,
background = colores[5], color = colores[3]) |>
    style_tt(i = 0, line = "t", line_color = colores[1], line_width = 0.1) |>
    style_tt(i = 1:nrow(tabla), line = "b", line_color = colores[1],
line_width = 0.1) |> style_tt(j = 1:(ncol(tabla)-1), line = "r", line_color =
colores[1], line_width = 0.1)

  return(t)
}

```

## 1 Problema 1

Se deben implementar todos los métodos de decisión bajo incertidumbre, tanto para el caso favorable como para el caso desfavorable (pesimista, optimista, Hurwicz, Savage, Laplace y punto ideal) para la siguiente tabla de decisión:

```
matriz_datos <- matrix(c(5, 15, 8, 18,
                        7, 13, 14, 20,
                        6, 17, 11, 17,
                        4, 14, 16, 16,
                        10, 10, 13, 15),
                      nrow = 5,
                      byrow = TRUE)
tabla_datos <- as.data.frame(matriz_datos)
colnames(tabla_datos) <- c("ω1", "ω2", "ω3", "ω4")
rownames(tabla_datos) <- c("a1", "a2", "a3", "a4", "a5")
crea_tabla_estilo(tabla_datos, TRUE)
```

	ω1	ω2	ω3	ω4
a1	5	15	8	18
a2	7	13	14	20
a3	6	17	11	17
a4	4	14	16	16
a5	10	10	13	15

```
# Definir la tabla de decisión
tabla_decision <- crea_tablaX(
  c(5, 15, 8, 18,
    7, 13, 14, 20,
    6, 17, 11, 17,
    4, 14, 16, 16,
    10, 10, 13, 15),
  numalternativas = 5, numestados = 4,
  nb_alternativas = c("a1", "a2", "a3", "a4", "a5"),
  nb_estados = c("ω1", "ω2", "ω3", "ω4"))
```

### 1.1 Caso favorable

#### 1.1.a Método pesimista

```
alternativa_pesimista <- criterio.Wald(tabla_decision, favorable = TRUE)
```

Para el criterio de Wald, en el caso favorable, la alternativa 5 es la mejor y el valor óptimo es 10.

### 1.1.b Método optimista

```
alternativa_optimista <- criterio.Optimista(tabla_decision, favorable = TRUE)
```

Para el criterio Optimista, en el caso favorable, la alternativa 2 es la mejor y el valor óptimo es 20.

### 1.1.c Método Hurwicz

```
alternativa_Hurwicz <- criterio.Hurwicz(tabla_decision, alfa = 0.5, favorable = TRUE)
alternativas_Hurwicz_alfas <- criterio.Hurwicz.General(tabla_decision, alfa = 10, favorable = TRUE)
tb_Hurwicz <- data.frame(matrix(c(
  seq(from = 0, to = 1, by = (1/
alternativas_Hurwicz_alfas$alfa)),
  alternativas_Hurwicz_alfas$AlternativaOptima,
  alternativas_Hurwicz_alfas$ValorOptimo),
  nrow =
length(alternativas_Hurwicz_alfas$AlternativaOptima),
  byrow = FALSE,
  ))
colnames(tb_Hurwicz) <- c("Alfa", "Alternativa óptima", "Valor óptimo")
```

Para el criterio de Hurwicz, en el caso favorable, la alternativa 2 es la mejor y el valor óptimo es 13.5. Con un valor de  $\alpha = 0.5$ .

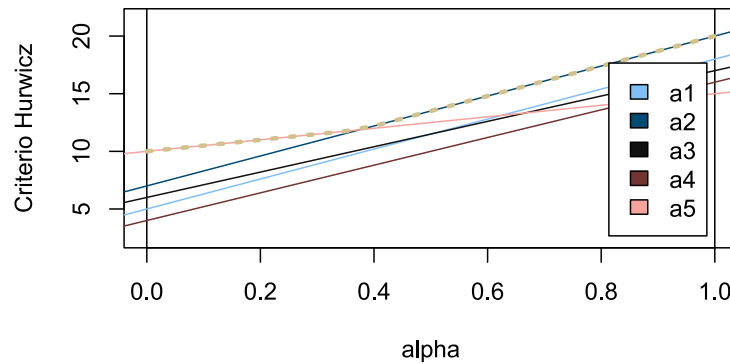
Se muestra a continuación una tabla con las alternativas óptimas y los valores óptimos para diferentes valores de alfa, que van desde 0 hasta 1 con incrementos de 0.1:

Alfa	Alternativa óptima	Valor óptimo
0.0	5	10.0
0.1	5	10.5
0.2	5	11.0
0.3	5	11.5
0.4	2	12.2
0.5	2	13.5
0.6	2	14.8
0.7	2	16.1
0.8	2	17.4
0.9	2	18.7
1.0	2	20.0

Y gráficamente:

```
gráfico_Hurwicz <- dibuja.criterio.Hurwicz(tabla_decision, favorable = TRUE)
```

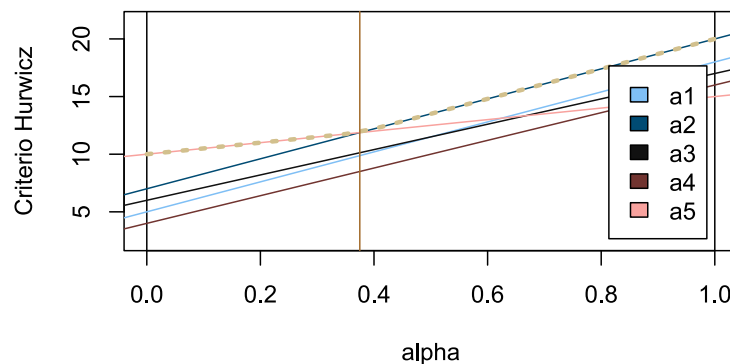
### Criterio de Hurwicz (favorable - línea discontinua)



Además, se muestra un gráfico donde se pueden apreciar los intervalos de las alternativas óptimas para diferentes valores de  $\alpha$ :

```
intervalos_Hurwicz <- dibuja.criterio.Hurwicz_Intervalos(tabla_decision, favorable = TRUE)
```

### Criterio de Hurwicz (favorable - línea discontinua)



### 1.1.d Método Savage

```
alternativa_Savage <- criterio.Savage(tabla_decision, favorable = TRUE)
```

Para el criterio de Savage, en el caso favorable, la alternativa 2 es la mejor y el valor óptimo es 4.

### 1.1.e Método Laplace

```
alternativa_Laplace <- criterio.Laplace(tabla_decision, favorable = TRUE)
```

Para el criterio de Laplace, en el caso favorable, la alternativa 2 es la mejor y el valor óptimo es 13.5.

### 1.1.f Método punto ideal

```
alternativa_puntoideal <- criterio.PuntoIdeal(tabla_decision, favorable = TRUE)
```

Para el criterio de Punto Ideal, en el caso favorable, la alternativa 2 es la mejor y el valor óptimo es 5.39.

### 1.1.g Resumen caso favorable

```
matriz_resumen_favorable <- matrix(c(
  alternativa_pesimista$criterio,
  alternativa_optimista$criterio,
  alternativa_Hurwicz$criterio,
  alternativa_Savage$criterio,
  alternativa_Laplace$criterio,

  alternativa_puntoideal$criterio, alternativa_pesimista$AlternativaOpt,
  alternativa_optimista$AlternativaOpt,
  alternativa_Hurwicz$AlternativaOpt,
  alternativa_Savage$AlternativaOpt,
  alternativa_Laplace$AlternativaOpt,
  alternativa_puntoideal$AlternativaOpt),
  nrow = 6, byrow = FALSE)

resumen_favorable <- as.data.frame(matriz_resumen_favorable)
colnames(resumen_favorable) <- c("Criterio", "Alternativa óptima")
crea_tabla_estilo(resumen_favorable, FALSE)
```

Criterio	Alternativa óptima
Wald	5
Optimista	2
Hurwicz	2
Savage	2
Laplace	2
Punto Ideal	2

Vemos que las alternativas óptimas son diferentes según el criterio utilizado, siendo la alternativa  $a_2$  la que más veces aparece como óptima (5 veces). Ya alternativa  $a_5$  aparece una sola vez como óptima para el criterio pesimista y es la mejor alternativa también para el criterio de Hurwicz con valores de  $\alpha$  menores que 0.375 .

### Decisión final

En este caso se va a optar por la alternativa  $a_2$  dado que es la que mayor número de veces aparece como óptima. En todos los criterios excepto en el pesimista.

## 1.2 Caso desfavorable

### 1.2.a Método pesimista

```
alternativa_pesimista_desfavorable <- criterio.Wald(tabla_decision, favorable = FALSE)
```

Para el criterio de Wald, en el caso desfavorable, la alternativa 5 es la mejor y el valor óptimo es 15.

### 1.2.b Método optimista

```
alternativa_optimista_desfavorable <- criterio.Optimista(tabla_decision, favorable = FALSE)
```

Para el criterio Optimista, en el caso desfavorable, la alternativa 4 es la mejor y el valor óptimo es 4.

### 1.2.c Método Hurwicz

```
alternativa_Hurwicz_desfavorable <- criterio.Hurwicz(tabla_decision, alfa = 0.5, favorable = FALSE)
alternativas_Hurwicz_alfas_desfavorable <-
criterio.Hurwicz.General(tabla_decision, alfa = 10, favorable = FALSE)
tb_Hurwicz_desfavorable <- data.frame(matrix(c(
  seq(from = 0, to = 1, by = (1/
alternativas_Hurwicz_alfas_desfavorable$alfa)),
  alternativas_Hurwicz_alfas_desfavorable$AlternativaOptima,
  alternativas_Hurwicz_alfas_desfavorable$ValorOptimo),
  nrow =
length(alternativas_Hurwicz_alfas_desfavorable$AlternativaOptima),
  byrow = FALSE,
))
colnames(tb_Hurwicz_desfavorable) <- c("Alfa", "Alternativa óptima", "Valor óptimo")
```

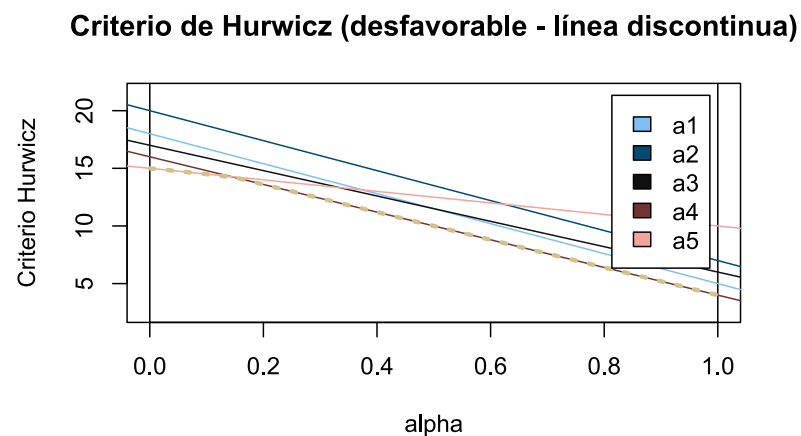
Para el criterio de Hurwicz, en el caso desfavorable, la alternativa 4 es la mejor y el valor óptimo es 10. Con un valor de  $\alpha = 0.5$ .

Se muestra a continuación una tabla con las alternativas óptimas y los valores óptimos para diferentes valores de alfa, que van desde 0 hasta 1 con incrementos de 0.1:

Alfa	Alternativa óptima	Valor óptimo
0.0	5	15.0
0.1	5	14.5
0.2	4	13.6
0.3	4	12.4
0.4	4	11.2
0.5	4	10.0
0.6	4	8.8
0.7	4	7.6
0.8	4	6.4
0.9	4	5.2
1.0	4	4.0

Y gráficamente:

```
gráfico_Hurwicz_desfavorable <- dibuja.criterio.Hurwicz(tabla_decision,
favorable = FALSE)
```

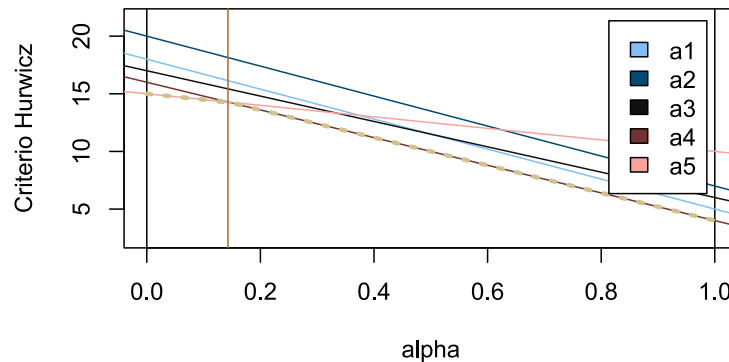


Además, se muestra un gráfico donde se pueden apreciar los intervalos de las alternativas óptimas para diferentes valores de alfa:



```
intervalos_Hurwicz_desfavorable <-  
dibuja.criterio.Hurwicz_Intervalos(tabla_decision, favorable = FALSE)
```

### Criterio de Hurwicz (desfavorable - línea discontinua)



### 1.2.d Método Savage

```
alternativa_Savage_desfavorable <- criterio.Savage(tabla_decision, favorable =  
FALSE)
```

Para el criterio de Savage, en el caso desfavorable, la alternativa 1 es la mejor y el valor óptimo es 5.

### 1.2.e Método Laplace

```
alternativa_Laplace_desfavorable <- criterio.Laplace(tabla_decision, favorable  
= FALSE)
```

Para el criterio de Laplace, en el caso desfavorable, la alternativa 1 es la mejor y el valor óptimo es 11.5.

### 1.2.f Método punto ideal

```
alternativa_puntoideal_desfavorable <- criterio.PuntoIdeal(tabla_decision,  
favorable = FALSE)
```

Para el criterio de Punto Ideal, en el caso desfavorable, la alternativa 1 es la mejor y el valor óptimo es 5.92.

### 1.2.g Resumen caso desfavorable

```
matriz_resumen_desfavorable <- matrix(c(  
alternativa_pesimista_desfavorable$criterio,
```

```

alternativa_optimista_desfavorable$criterio,
alternativa_Hurwicz_desfavorable$criterio,
alternativa_Savage_desfavorable$criterio,
alternativa_Laplace_desfavorable$criterio,
alternativa_puntoideal_desfavorable$criterio,
alternativa_pesimista_desfavorable$Alternativa0pt,
alternativa_optimista_desfavorable$Alternativa0pt,
alternativa_Hurwicz_desfavorable$Alternativa0pt,
alternativa_Savage_desfavorable$Alternativa0pt,
alternativa_Laplace_desfavorable$Alternativa0pt,
alternativa_puntoideal_desfavorable$Alternativa0pt),
nrow = 6, byrow = FALSE)

resumen_desfavorable <- as.data.frame(matriz_resumen_desfavorable)
colnames(resumen_desfavorable) <- c("Criterio", "Alternativa óptima")
crea_tabla_estilo(resumen_desfavorable, FALSE)

```

Criterio	Alternativa óptima
Wald	5
Optimista	4
Hurwicz	4
Savage	1
Laplace	1
Punto Ideal	1

Vemos que las alternativas óptimas son diferentes según el criterio utilizado, siendo la alternativa  $a_1$  la que más veces aparece como óptima (3 veces). La alternativa  $a_4$  aparece en dos ocasiones como óptima, por último para el criterio pesimista la mejor alternativa es  $a_5$  y es la mejor alternativa también para el criterio de Hurwicz con valores de  $\alpha$  menores que 0.143 .

#### 💡 Decisión final

En este caso se va a optar por la alternativa  $a_1$  dado que es la que mayor número de veces aparece como óptima y en el criterio de Hurwicz el gráfico nos muestra que es bastante equilibrada para todos los valores de alfa, aunque nunca sea la mejor.

## 2 Problema 2

Una persona recibe una herencia de 200.000 euros y se le presentan diferentes opciones de inversión para los próximos 10 años.

Puede terminar de pagar su hipoteca actual, ahorrando 40.000 euros de intereses y le sobrarían 30.000 euros que pondría en una cuenta remunerada al 2% anual

Puede seguir pagando su hipoteca y elegir una de las siguientes opciones

- Adquirir un piso por esa cantidad y si los alquileres turísticos siguen siendo posibles podrá generar un 6% anual. Si por el contrario se regularan pasaría a perder un 1% anual.
- Invertir en un fondo indexado que le puede generar un 7% anual pero si la bolsa baja perderá un 8%.
- Invertir en una franquicia de una cadena de comida rápida. Si acierta con el sitio podrá generar un 10% anual pero si se equivoca al seleccionar el sitio incurrirá en unas pérdidas anuales del 10%

### 2.1 Planteamiento del problema

Alternativas

- a1: Pagar hipoteca
- a2: Adquirir piso
- a3: Invertir en un fondo
- a4: Invertir en una franquicia

Estados de la naturaleza

- e1: Regulación alquileres
- e2: No regulación alquileres
- e3: Bolsa sube
- e4: Bolsa baja
- e5: Acierta con la ubicación
- e6: Se equivoca con la ubicación

Ahora vamos a construir la matriz de decisión para un año. Puesto que los estados de la naturaleza afectan por parejas (e1-e2, e3-e4, e5-e6) a las alternativas (a2, a3, a4). Se van a reducir a que la inversión de cada alternativa salga bien o mal ese año.

- e1\_red: Inversión exitosa
- e2\_red: Inversión fallida

Puesto que la alternativa 1 no se ve afectada por los estados de la naturaleza esta alternativa tendrá valores fijos en todos ellos y no se ve alterada por esta reducción.

Vamos a hacer una tabla para un año y luego aplicaremos los criterios de decisión bajo incertidumbre para ver qué alternativa es la mejor.

```
m11 <- 4000 + 30000 * 0.02
m12 <- 4000 + 30000 * 0.02
```

```

m21 <- 200000 * 0.06 - 4000
m22 <- -200000 * 0.01 - 4000

m31 <- 200000 * 0.07 - 4000
m32 <- -200000 * 0.08 - 4000

m41 <- 200000 * 0.1 - 4000
m42 <- -200000 * 0.1 - 4000

matriz_datos_2 <- matrix(c(m11, m12,
                           m21, m22,
                           m31, m32,
                           m41, m42),
                          nrow = 4,
                          byrow = TRUE)
tabla_datos_2 <- as.data.frame(matriz_datos_2)
colnames(tabla_datos_2) <- c("Inversión exitosa", "Inversión fallida")
rownames(tabla_datos_2) <- c("Pagar hipoteca",
                              "Aquirir piso",
                              "Invertir fondo",
                              "Invertir franquicia")
crea_tabla_estilo(tabla_datos_2, TRUE)

```

	Inversión exitosa	Inversión fallida
Pagar hipoteca	4600	4600
Aquirir piso	8000	-6000
Invertir fondo	10000	-20000
Invertir franquicia	16000	-24000

```

# Definir la tabla de decisión
tabla_decision2 <- crea.tablaX(c(m11, m12,
                                m21, m22,
                                m31, m32,
                                m41, m42),
                              numalternativas = 4,
                              numestados = 2,
                              nb_alternativas = c("Pagar hipoteca",
                                                    "Aquirir piso",
                                                    "Invertir fondo",
                                                    "Invertir franquicia"),
                              nb_estados = c("Inversión exitosa",
                                              "Inversión fallida"))

```

## 2.2 Resolución del problema

En la siguiente tabla se muestran los resultados de aplicar todos los criterios de decisión bajo incertidumbre para el caso favorable.

```
resultado2 <- criterio.Todos(tabla_decision2, alfa = 0.5, favorable = TRUE)
res <- as.data.frame(resultado2)

crea_tabla_estilo(res, nombresfila = TRUE)
```

	Inver- sión exitosa	Inver- sión fallida	Wald	Opti- mista	Hur- wicz	Sava- ge	Lapla- ce	Punto Ideal	Veces Opti- ma
Pagar hipo- teca	4600	4600	4600	4600	4600	11400	4600	11400	4
Aqui- rir pi- so	8000	-6000	-6000	8000	1000	10600	1000	13280	1
Inver- tir fon- do	10000	-20000	-20000	10000	-5000	24600	-5000	25321	0
In- vertir fran- quicia	16000	-24000	-24000	16000	-4000	28600	-4000	28600	1
iAlt.Opt (fav.)	-	-	Pagar hipo- teca	In- vertir fran- quicia	Pagar hipo- teca	Aqui- rir pi- so	Pagar hipo- teca	Pagar hipo- teca	Pagar hipo- teca

Observamos que para 4 de los 6 criterios la alternativa óptima es “Pagar hipoteca”, siendo las otras dos alternativas óptimas “Invertir en una franquicia” para el criterio optimista y “Adquirir un piso” para el criterio de Hurwicz.

### 💡 Decisión final

Se va a optar por la alternativa “Pagar hipoteca” ya que es la que más veces aparece como óptima y además es la opción más segura, ya que las demás alternativas conllevan un riesgo mayor de pérdida económica.