

Proyecto 1: Rutas Optimas (Algoritmo de Floyd)

Emily Sanchez
Viviana Vargas

Curso: Investigación de Operaciones
II Semestre 2025

11 de septiembre de 2025

1. Introducción

El algoritmo de Floyd-Warshall es un algoritmo para encontrar los caminos más cortos en un grafo ponderado. Fue publicado por Robert Floyd en 1962.

El algoritmo de Floyd se basa en el principio de la Programación Dinámica.

Complejidad espacial: $O(n^2)$

Complejidad temporal: $O(n^3)$

2. Descripción del Problema

Grafo con 11 nodos:

- Nodo A: A
 - Nodo B: B
 - Nodo C: C
 - Nodo D: D
 - Nodo E: E
 - Nodo F: F
 - Nodo G: G
 - Nodo H: H
 - Nodo I: COLI
 - Nodo J: COLJ
 - Nodo K: K
-

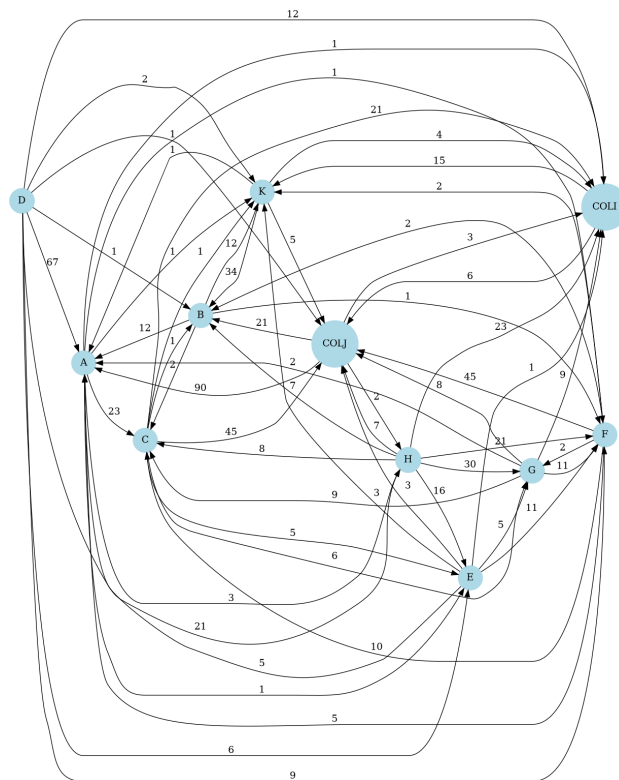


Figura 1: Representación del grafo original

3. Procedimiento del Algoritmo

3.1. Matriz de Distancias Inicial D(0)

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	∞	23	∞	1	1	∞	∞	1	∞	1
B	12	0	2	∞	∞	1	∞	∞	∞	∞	12
C	∞	1	0	∞	5	∞	6	∞	21	45	1
D	67	1	∞	0	6	9	∞	21	12	1	2
E	5	∞	∞	∞	0	11	5	∞	1	3	3
F	5	2	10	∞	∞	0	2	∞	∞	45	2
G	2	∞	9	∞	∞	11	0	∞	9	8	∞
H	3	7	8	∞	16	21	30	0	23	7	∞
COLI	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	6	15
COLJ	90	21	∞	∞	∞	∞	∞	2	3	0	∞
K	1	34	∞	∞	∞	∞	∞	∞	4	5	0

Cuadro 1: Matriz de distancias inicial D(0)

3.2. Matriz de Caminos Inicial $P(0)$

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	-	A	-	A	A	-	-	A	-	A
B	B	-	B	-	-	B	-	-	-	-	B
C	-	C	-	-	C	-	C	-	C	C	C
D	D	D	-	-	D	D	-	D	D	D	D
E	E	-	-	-	-	E	E	-	E	E	E
F	F	F	F	-	-	-	F	-	-	F	F
G	G	-	G	-	-	G	-	-	G	G	-
H	H	H	H	-	H	H	H	-	H	H	-
COLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	COLI	COLI
COLJ	COLJ	COLJ	-	-	-	-	-	COLJ	COLJ	-	-
K	K	K	-	-	-	-	-	-	K	K	-

Cuadro 2: Matriz de caminos inicial $P(0)$

3.3. Iteraciones del Algoritmo

3.3.1. Iteración 1 ($k = 1$) - Nodo intermedio: A

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	∞	23	∞	1	1	∞	∞	1	∞	1
B	12	0	2	∞	13	1	∞	∞	13	∞	12
C	∞	1	0	∞	5	∞	6	∞	21	45	1
D	67	1	90	0	6	9	∞	21	12	1	2
E	5	∞	28	∞	0	6	5	∞	1	3	3
F	5	2	10	∞	6	0	2	∞	6	45	2
G	2	∞	9	∞	3	3	0	∞	3	8	3
H	3	7	8	∞	4	4	30	0	4	7	4
COLI	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	6	15
COLJ	90	21	113	∞	91	91	∞	2	3	0	91
K	1	34	24	∞	2	2	∞	∞	2	5	0

Cuadro 3: Matriz de distancias $D(1)$ - Cambios resaltados en verde

Matriz de Distancias $D(1)$

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	-	A	-	A	A	-	-	A	-	A
B	B	-	B	-	A	B	-	-	A	-	B
C	-	C	-	-	C	-	C	-	C	C	C
D	D	D	A	-	D	D	-	D	D	D	D
E	E	-	A	-	-	A	E	-	E	E	E
F	F	F	F	-	A	-	F	-	A	F	F
G	G	-	G	-	A	A	-	-	A	G	A
H	H	H	H	-	A	A	H	-	A	H	A
COLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	COLI	COLI
COLJ	COLJ	COLJ	A	-	A	A	-	COLJ	COLJ	-	A
K	K	K	A	-	A	A	-	-	A	K	-

Cuadro 4: Matriz de caminos $P(1)$ - Cambios resaltados en azul

Matriz de Caminos $P(1)$

3.3.2. Iteración 2 ($k = 2$) - Nodo intermedio: B

Matriz de Distancias $D(2)$

Matriz de Caminos $P(2)$

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	∞	23	∞	1	1	∞	∞	1	∞	1
B	12	0	2	∞	13	1	∞	∞	13	∞	12
C	13	1	0	∞	5	2	6	∞	14	45	1
D	13	1	3	0	6	2	∞	21	12	1	2
E	5	∞	28	∞	0	6	5	∞	1	3	3
F	5	2	4	∞	6	0	2	∞	6	45	2
G	2	∞	9	∞	3	3	0	∞	3	8	3
H	3	7	8	∞	4	4	30	0	4	7	4
COLI	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	6	15
COLJ	33	21	23	∞	34	22	∞	2	3	0	33
K	1	34	24	∞	2	2	∞	∞	2	5	0

Cuadro 5: Matriz de distancias D(2) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	-	A	-	A	A	-	-	A	-	A
B	B	-	B	-	A	B	-	-	A	-	B
C	B	C	-	-	C	B	C	-	A	C	C
D	B	D	B	-	D	B	-	D	D	D	D
E	E	-	A	-	-	A	E	-	E	E	E
F	F	F	B	-	A	-	F	-	A	F	F
G	G	-	G	-	A	A	-	-	A	G	A
H	H	H	H	-	A	A	H	-	A	H	A
COLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	COLI	COLI
COLJ	B	COLJ	B	-	A	B	-	COLJ	COLJ	-	B
K	K	K	A	-	A	A	-	-	A	K	-

Cuadro 6: Matriz de caminos P(2) - Cambios resaltados en azul

3.3.3. Iteración 3 (k = 3) - Nodo intermedio: C

Matriz de Distancias D(3)

Matriz de Caminos P(3)

3.3.4. Iteración 4 (k = 4) - Nodo intermedio: D

Matriz de Distancias D(4)

Matriz de Caminos P(4)

3.3.5. Iteración 5 (k = 5) - Nodo intermedio: E

Matriz de Distancias D(5)

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	24	23	∞	1	1	29	∞	1	68	1
B	12	0	2	∞	7	1	8	∞	13	47	3
C	13	1	0	∞	5	2	6	∞	14	45	1
D	13	1	3	0	6	2	9	21	12	1	2
E	5	29	28	∞	0	6	5	∞	1	3	3
F	5	2	4	∞	6	0	2	∞	6	45	2
G	2	10	9	∞	3	3	0	∞	3	8	3
H	3	7	8	∞	4	4	14	0	4	7	4
COLI	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	6	15
COLJ	33	21	23	∞	28	22	29	2	3	0	24
K	1	25	24	∞	2	2	30	∞	2	5	0

Cuadro 7: Matriz de distancias D(3) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	C	A	-	A	A	C	-	A	C	A
B	B	-	B	-	C	B	C	-	A	C	C
C	B	C	-	-	C	B	C	-	A	C	C
D	B	D	B	-	D	B	C	D	D	D	D
E	E	C	A	-	-	A	E	-	E	E	E
F	F	F	B	-	A	-	F	-	A	F	F
G	G	C	G	-	A	A	-	-	A	G	A
H	H	H	H	-	A	A	C	-	A	H	A
COLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	COLI	COLI
COLJ	B	COLJ	B	-	C	B	C	COLJ	COLJ	-	C
K	K	C	A	-	A	A	C	-	A	K	-

Cuadro 8: Matriz de caminos P(3) - Cambios resaltados en azul

Matriz de Caminos P(5)

3.3.6. Iteración 6 (k = 6) - Nodo intermedio: F

Matriz de Distancias D(6)

Matriz de Caminos P(6)

3.3.7. Iteración 7 (k = 7) - Nodo intermedio: G

Matriz de Distancias D(7)

Matriz de Caminos P(7)

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	24	23	∞	1	1	29	∞	1	68	1
B	12	0	2	∞	7	1	8	∞	13	47	3
C	13	1	0	∞	5	2	6	∞	14	45	1
D	13	1	3	0	6	2	9	21	12	1	2
E	5	29	28	∞	0	6	5	∞	1	3	3
F	5	2	4	∞	6	0	2	∞	6	45	2
G	2	10	9	∞	3	3	0	∞	3	8	3
H	3	7	8	∞	4	4	14	0	4	7	4
COLI	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	6	15
COLJ	33	21	23	∞	28	22	29	2	3	0	24
K	1	25	24	∞	2	2	30	∞	2	5	0

Cuadro 9: Matriz de distancias $D(4)$ - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	C	A	-	A	A	C	-	A	C	A
B	B	-	B	-	C	B	C	-	A	C	C
C	B	C	-	-	C	B	C	-	A	C	C
D	B	D	B	-	D	B	C	D	D	D	D
E	E	C	A	-	-	A	E	-	E	E	E
F	F	F	B	-	A	-	F	-	A	F	F
G	G	C	G	-	A	A	-	-	A	G	A
H	H	H	H	-	A	A	C	-	A	H	A
COLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	COLI	COLI
COLJ	B	COLJ	B	-	C	B	C	COLJ	COLJ	-	C
K	K	C	A	-	A	A	C	-	A	K	-

Cuadro 10: Matriz de caminos $P(4)$ - Cambios resaltados en azul**3.3.8. Iteración 8 ($k = 8$) - Nodo intermedio: H**Matriz de Distancias $D(8)$ Matriz de Caminos $P(8)$ **3.3.9. Iteración 9 ($k = 9$) - Nodo intermedio: COLI**Matriz de Distancias $D(9)$ Matriz de Caminos $P(9)$ **3.3.10. Iteración 10 ($k = 10$) - Nodo intermedio: COLJ**Matriz de Distancias $D(10)$

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	24	23	∞	1	1	6	∞	1	4	1
B	12	0	2	∞	7	1	8	∞	8	10	3
C	10	1	0	∞	5	2	6	∞	6	8	1
D	11	1	3	0	6	2	9	21	7	1	2
E	5	29	28	∞	0	6	5	∞	1	3	3
F	5	2	4	∞	6	0	2	∞	6	9	2
G	2	10	9	∞	3	3	0	∞	3	6	3
H	3	7	8	∞	4	4	9	0	4	7	4
COLI	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	6	15
COLJ	33	21	23	∞	28	22	29	2	3	0	24
K	1	25	24	∞	2	2	7	∞	2	5	0

Cuadro 11: Matriz de distancias D(5) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	C	A	-	A	A	E	-	A	E	A
B	B	-	B	-	C	B	C	-	E	E	C
C	E	C	-	-	C	B	C	-	E	E	C
D	E	D	B	-	D	B	C	D	E	D	D
E	E	C	A	-	-	A	E	-	E	E	E
F	F	F	B	-	A	-	F	-	A	E	F
G	G	C	G	-	A	A	-	-	A	E	A
H	H	H	H	-	A	A	E	-	A	H	A
COLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	COLI	COLI
COLJ	B	COLJ	B	-	C	B	C	COLJ	COLJ	-	C
K	K	C	A	-	A	A	E	-	A	K	-

Cuadro 12: Matriz de caminos P(5) - Cambios resaltados en azul

Matriz de Caminos P(10)

3.3.11. Iteración 11 (k = 11) - Nodo intermedio: K

Matriz de Distancias D(11)

Matriz de Caminos P(11)

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	3	5	∞	1	1	3	∞	1	4	1
B	6	0	2	∞	7	1	3	∞	7	10	3
C	7	1	0	∞	5	2	4	∞	6	8	1
D	7	1	3	0	6	2	4	21	7	1	2
E	5	8	10	∞	0	6	5	∞	1	3	3
F	5	2	4	∞	6	0	2	∞	6	9	2
G	2	5	7	∞	3	3	0	∞	3	6	3
H	3	6	8	∞	4	4	6	0	4	7	4
COLI	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	6	15
COLJ	27	21	23	∞	28	22	24	2	3	0	24
K	1	4	6	∞	2	2	4	∞	2	5	0

Cuadro 13: Matriz de distancias D(6) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	F	B	-	A	A	F	-	A	E	A
B	F	-	B	-	C	B	F	-	A	E	C
C	F	C	-	-	C	B	F	-	E	E	C
D	F	D	B	-	D	B	F	D	E	D	D
E	E	F	B	-	-	A	E	-	E	E	E
F	F	F	B	-	A	-	F	-	A	E	F
G	G	F	B	-	A	A	-	-	A	E	A
H	H	F	H	-	A	A	F	-	A	H	A
COLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	COLI	COLI
COLJ	F	COLJ	B	-	C	B	F	COLJ	COLJ	-	C
K	K	F	B	-	A	A	F	-	A	K	-

Cuadro 14: Matriz de caminos P(6) - Cambios resaltados en azul

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	3	5	∞	1	1	3	∞	1	4	1
B	5	0	2	∞	6	1	3	∞	6	9	3
C	6	1	0	∞	5	2	4	∞	6	8	1
D	6	1	3	0	6	2	4	21	7	1	2
E	5	8	10	∞	0	6	5	∞	1	3	3
F	4	2	4	∞	5	0	2	∞	5	8	2
G	2	5	7	∞	3	3	0	∞	3	6	3
H	3	6	8	∞	4	4	6	0	4	7	4
COLI	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	6	15
COLJ	26	21	23	∞	27	22	24	2	3	0	24
K	1	4	6	∞	2	2	4	∞	2	5	0

Cuadro 15: Matriz de distancias D(7) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	F	B	-	A	A	F	-	A	E	A
B	G	-	B	-	A	B	F	-	A	E	C
C	G	C	-	-	C	B	F	-	E	E	C
D	G	D	B	-	D	B	F	D	E	D	D
E	E	F	B	-	-	A	E	-	E	E	E
F	G	F	B	-	A	-	F	-	A	E	F
G	G	F	B	-	A	A	-	-	A	E	A
H	H	F	H	-	A	A	F	-	A	H	A
COLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	COLI	COLI
COLJ	G	COLJ	B	-	A	B	F	COLJ	COLJ	-	C
K	K	F	B	-	A	A	F	-	A	K	-

Cuadro 16: Matriz de caminos P(7) - Cambios resaltados en azul

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	3	5	∞	1	1	3	∞	1	4	1
B	5	0	2	∞	6	1	3	∞	6	9	3
C	6	1	0	∞	5	2	4	∞	6	8	1
D	6	1	3	0	6	2	4	21	7	1	2
E	5	8	10	∞	0	6	5	∞	1	3	3
F	4	2	4	∞	5	0	2	∞	5	8	2
G	2	5	7	∞	3	3	0	∞	3	6	3
H	3	6	8	∞	4	4	6	0	4	7	4
COLI	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	6	15
COLJ	5	8	10	∞	6	6	8	2	3	0	6
K	1	4	6	∞	2	2	4	∞	2	5	0

Cuadro 17: Matriz de distancias D(8) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	F	B	-	A	A	F	-	A	E	A
B	G	-	B	-	A	B	F	-	A	E	C
C	G	C	-	-	C	B	F	-	E	E	C
D	G	D	B	-	D	B	F	D	E	D	D
E	E	F	B	-	-	A	E	-	E	E	E
F	G	F	B	-	A	-	F	-	A	E	F
G	G	F	B	-	A	A	-	-	A	E	A
H	H	F	H	-	A	A	F	-	A	H	A
COLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	COLI	COLI
COLJ	H	F	H	-	A	A	F	COLJ	COLJ	-	A
K	K	F	B	-	A	A	F	-	A	K	-

Cuadro 18: Matriz de caminos P(8) - Cambios resaltados en azul

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	3	5	∞	1	1	3	∞	1	4	1
B	5	0	2	∞	6	1	3	∞	6	9	3
C	6	1	0	∞	5	2	4	∞	6	8	1
D	6	1	3	0	6	2	4	21	7	1	2
E	5	8	10	∞	0	6	5	∞	1	3	3
F	4	2	4	∞	5	0	2	∞	5	8	2
G	2	5	7	∞	3	3	0	∞	3	6	3
H	3	6	8	∞	4	4	6	0	4	7	4
COLI	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	0	6	15
COLJ	5	8	10	∞	6	6	8	2	3	0	6
K	1	4	6	∞	2	2	4	∞	2	5	0

Cuadro 19: Matriz de distancias D(9) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	F	B	-	A	A	F	-	A	E	A
B	G	-	B	-	A	B	F	-	A	E	C
C	G	C	-	-	C	B	F	-	E	E	C
D	G	D	B	-	D	B	F	D	E	D	D
E	E	F	B	-	-	A	E	-	E	E	E
F	G	F	B	-	A	-	F	-	A	E	F
G	G	F	B	-	A	A	-	-	A	E	A
H	H	F	H	-	A	A	F	-	A	H	A
COLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	COLI	COLI
COLJ	H	F	H	-	A	A	F	COLJ	COLJ	-	A
K	K	F	B	-	A	A	F	-	A	K	-

Cuadro 20: Matriz de caminos P(9) - Cambios resaltados en azul

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	3	5	∞	1	1	3	6	1	4	1
B	5	0	2	∞	6	1	3	11	6	9	3
C	6	1	0	∞	5	2	4	10	6	8	1
D	6	1	3	0	6	2	4	3	4	1	2
E	5	8	10	∞	0	6	5	5	1	3	3
F	4	2	4	∞	5	0	2	10	5	8	2
G	2	5	7	∞	3	3	0	8	3	6	3
H	3	6	8	∞	4	4	6	0	4	7	4
COLI	11	14	16	∞	12	12	14	8	0	6	12
COLJ	5	8	10	∞	6	6	8	2	3	0	6
K	1	4	6	∞	2	2	4	7	2	5	0

Cuadro 21: Matriz de distancias D(10) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	F	B	-	A	A	F	COLJ	A	E	A
B	G	-	B	-	A	B	F	COLJ	A	E	C
C	G	C	-	-	C	B	F	COLJ	E	E	C
D	G	D	B	-	D	B	F	COLJ	COLJ	D	D
E	E	F	B	-	-	A	E	COLJ	E	E	E
F	G	F	B	-	A	-	F	COLJ	A	E	F
G	G	F	B	-	A	A	-	COLJ	A	E	A
H	H	F	H	-	A	A	F	-	A	H	A
COLI	H	F	H	-	A	A	F	COLJ	-	COLI	A
COLJ	H	F	H	-	A	A	F	COLJ	COLJ	-	A
K	K	F	B	-	A	A	F	COLJ	A	K	-

Cuadro 22: Matriz de caminos P(10) - Cambios resaltados en azul

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	3	5	∞	1	1	3	6	1	4	1
B	4	0	2	∞	5	1	3	10	5	8	3
C	2	1	0	∞	3	2	4	8	3	6	1
D	3	1	3	0	4	2	4	3	4	1	2
E	4	7	9	∞	0	5	5	5	1	3	3
F	3	2	4	∞	4	0	2	9	4	7	2
G	2	5	7	∞	3	3	0	8	3	6	3
H	3	6	8	∞	4	4	6	0	4	7	4
COLI	11	14	16	∞	12	12	14	8	0	6	12
COLJ	5	8	10	∞	6	6	8	2	3	0	6
K	1	4	6	∞	2	2	4	7	2	5	0

Cuadro 23: Matriz de distancias D(11) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	F	B	-	A	A	F	COLJ	A	E	A
B	K	-	B	-	A	B	F	COLJ	A	K	C
C	K	C	-	-	A	B	F	COLJ	A	K	C
D	K	D	B	-	A	B	F	COLJ	COLJ	D	D
E	K	F	B	-	-	A	E	COLJ	E	E	E
F	K	F	B	-	A	-	F	COLJ	A	K	F
G	G	F	B	-	A	A	-	COLJ	A	E	A
H	H	F	H	-	A	A	F	-	A	H	A
COLI	H	F	H	-	A	A	F	COLJ	-	COLI	A
COLJ	H	F	H	-	A	A	F	COLJ	COLJ	-	A
K	K	F	B	-	A	A	F	COLJ	A	K	-

Cuadro 24: Matriz de caminos P(11) - Cambios resaltados en azul

4. Resultados Finales

4.1. Matriz de Distancias Final D(11)

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	0	3	5	∞	1	1	3	6	1	4	1
B	4	0	2	∞	5	1	3	10	5	8	3
C	2	1	0	∞	3	2	4	8	3	6	1
D	3	1	3	0	4	2	4	3	4	1	2
E	4	7	9	∞	0	5	5	5	1	3	3
F	3	2	4	∞	4	0	2	9	4	7	2
G	2	5	7	∞	3	3	0	8	3	6	3
H	3	6	8	∞	4	4	6	0	4	7	4
COLI	11	14	16	∞	12	12	14	8	0	6	12
COLJ	5	8	10	∞	6	6	8	2	3	0	6
K	1	4	6	∞	2	2	4	7	2	5	0

Cuadro 25: Matriz de distancias final D(11)

4.2. Matriz de Caminos Final P(11)

	A	B	C	D	E	F	G	H	COLI	COLJ	K
A	-	F	B	-	A	A	F	COLJ	A	E	A
B	K	-	B	-	A	B	F	COLJ	A	K	C
C	K	C	-	-	A	B	F	COLJ	A	K	C
D	K	D	B	-	A	B	F	COLJ	COLJ	D	D
E	K	F	B	-	-	A	E	COLJ	E	E	E
F	K	F	B	-	A	-	F	COLJ	A	K	F
G	G	F	B	-	A	A	-	COLJ	A	E	A
H	H	F	H	-	A	A	F	-	A	H	A
COLI	H	F	H	-	A	A	F	COLJ	-	COLI	A
COLJ	H	F	H	-	A	A	F	COLJ	COLJ	-	A
K	K	F	B	-	A	A	F	COLJ	A	K	-

Cuadro 26: Matriz de caminos final P(11)

4.3. Rutas Óptimas

- **A → B:** Distancia: 3, Ruta: A → F → B
 - **A → C:** Distancia: 5, Ruta: A → F → B → C
 - **A → E:** Distancia: 1, Ruta: A → E
 - **A → F:** Distancia: 1, Ruta: A → F
 - **A → G:** Distancia: 3, Ruta: A → F → G
 - **A → H:** Distancia: 6, Ruta: A → E → COLJ → H
 - **A → COLI:** Distancia: 1, Ruta: A → COLI
 - **A → COLJ:** Distancia: 4, Ruta: A → E → COLJ
 - **A → K:** Distancia: 1, Ruta: A → K
 - **B → A:** Distancia: 4, Ruta: B → C → K → A
 - **B → C:** Distancia: 2, Ruta: B → C
 - **B → E:** Distancia: 5, Ruta: B → C → K → A → E
 - **B → F:** Distancia: 1, Ruta: B → F
 - **B → G:** Distancia: 3, Ruta: B → F → G
 - **B → H:** Distancia: 10, Ruta: B → C → K → COLJ → H
 - **B → COLI:** Distancia: 5, Ruta: B → C → K → A → COLI
 - **B → COLJ:** Distancia: 8, Ruta: B → C → K → COLJ
 - **B → K:** Distancia: 3, Ruta: B → C → K
 - **C → A:** Distancia: 2, Ruta: C → K → A
 - **C → B:** Distancia: 1, Ruta: C → B
 - **C → E:** Distancia: 3, Ruta: C → K → A → E
 - **C → F:** Distancia: 2, Ruta: C → B → F
 - **C → G:** Distancia: 4, Ruta: C → B → F → G
 - **C → H:** Distancia: 8, Ruta: C → K → COLJ → H
 - **C → COLI:** Distancia: 3, Ruta: C → K → A → COLI
 - **C → COLJ:** Distancia: 6, Ruta: C → K → COLJ
-

- **C → K:** Distancia: 1, Ruta: C → K
 - **D → A:** Distancia: 3, Ruta: D → K → A
 - **D → B:** Distancia: 1, Ruta: D → B
 - **D → C:** Distancia: 3, Ruta: D → B → C
 - **D → E:** Distancia: 4, Ruta: D → K → A → E
 - **D → F:** Distancia: 2, Ruta: D → B → F
 - **D → G:** Distancia: 4, Ruta: D → B → F → G
 - **D → H:** Distancia: 3, Ruta: D → COLJ → H
 - **D → COLI:** Distancia: 4, Ruta: D → COLJ → COLI
 - **D → COLJ:** Distancia: 1, Ruta: D → COLJ
 - **D → K:** Distancia: 2, Ruta: D → K
 - **E → A:** Distancia: 4, Ruta: E → K → A
 - **E → B:** Distancia: 7, Ruta: E → K → A → F → B
 - **E → C:** Distancia: 9, Ruta: E → K → A → F → B → C
 - **E → F:** Distancia: 5, Ruta: E → K → A → F
 - **E → G:** Distancia: 5, Ruta: E → G
 - **E → H:** Distancia: 5, Ruta: E → COLJ → H
 - **E → COLI:** Distancia: 1, Ruta: E → COLI
 - **E → COLJ:** Distancia: 3, Ruta: E → COLJ
 - **E → K:** Distancia: 3, Ruta: E → K
 - **F → A:** Distancia: 3, Ruta: F → K → A
 - **F → B:** Distancia: 2, Ruta: F → B
 - **F → C:** Distancia: 4, Ruta: F → B → C
 - **F → E:** Distancia: 4, Ruta: F → K → A → E
 - **F → G:** Distancia: 2, Ruta: F → G
 - **F → H:** Distancia: 9, Ruta: F → K → COLJ → H
 - **F → COLI:** Distancia: 4, Ruta: F → K → A → COLI
-

- **F → COLJ:** Distancia: 7, Ruta: $F \rightarrow K \rightarrow COLJ$
 - **F → K:** Distancia: 2, Ruta: $F \rightarrow K$
 - **G → A:** Distancia: 2, Ruta: $G \rightarrow A$
 - **G → B:** Distancia: 5, Ruta: $G \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow B$
 - **G → C:** Distancia: 7, Ruta: $G \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow B \rightarrow C$
 - **G → E:** Distancia: 3, Ruta: $G \rightarrow A \rightarrow E$
 - **G → F:** Distancia: 3, Ruta: $G \rightarrow A \rightarrow F$
 - **G → H:** Distancia: 8, Ruta: $G \rightarrow A \rightarrow E \rightarrow COLJ \rightarrow H$
 - **G → COLI:** Distancia: 3, Ruta: $G \rightarrow A \rightarrow COLI$
 - **G → COLJ:** Distancia: 6, Ruta: $G \rightarrow A \rightarrow E \rightarrow COLJ$
 - **G → K:** Distancia: 3, Ruta: $G \rightarrow A \rightarrow K$
 - **H → A:** Distancia: 3, Ruta: $H \rightarrow A$
 - **H → B:** Distancia: 6, Ruta: $H \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow B$
 - **H → C:** Distancia: 8, Ruta: $H \rightarrow C$
 - **H → E:** Distancia: 4, Ruta: $H \rightarrow A \rightarrow E$
 - **H → F:** Distancia: 4, Ruta: $H \rightarrow A \rightarrow F$
 - **H → G:** Distancia: 6, Ruta: $H \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow G$
 - **H → COLI:** Distancia: 4, Ruta: $H \rightarrow A \rightarrow COLI$
 - **H → COLJ:** Distancia: 7, Ruta: $H \rightarrow COLJ$
 - **H → K:** Distancia: 4, Ruta: $H \rightarrow A \rightarrow K$
 - **COLI → A:** Distancia: 11, Ruta: $COLI \rightarrow COLJ \rightarrow H \rightarrow A$
 - **COLI → B:** Distancia: 14, Ruta: $COLI \rightarrow COLJ \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow B$
 - **COLI → C:** Distancia: 16, Ruta: $COLI \rightarrow COLJ \rightarrow H \rightarrow C$
 - **COLI → E:** Distancia: 12, Ruta: $COLI \rightarrow COLJ \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow E$
 - **COLI → F:** Distancia: 12, Ruta: $COLI \rightarrow COLJ \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow F$
 - **COLI → G:** Distancia: 14, Ruta: $COLI \rightarrow COLJ \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow G$
 - **COLI → H:** Distancia: 8, Ruta: $COLI \rightarrow COLJ \rightarrow H$
-

- **COLI \rightarrow COLJ**: Distancia: 6, Ruta: COLI \rightarrow COLJ
 - **COLI \rightarrow K**: Distancia: 12, Ruta: COLI \rightarrow COLJ \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow K
 - **COLJ \rightarrow A**: Distancia: 5, Ruta: COLJ \rightarrow H \rightarrow A
 - **COLJ \rightarrow B**: Distancia: 8, Ruta: COLJ \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow B
 - **COLJ \rightarrow C**: Distancia: 10, Ruta: COLJ \rightarrow H \rightarrow C
 - **COLJ \rightarrow E**: Distancia: 6, Ruta: COLJ \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow E
 - **COLJ \rightarrow F**: Distancia: 6, Ruta: COLJ \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow F
 - **COLJ \rightarrow G**: Distancia: 8, Ruta: COLJ \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow G
 - **COLJ \rightarrow H**: Distancia: 2, Ruta: COLJ \rightarrow H
 - **COLJ \rightarrow COLI**: Distancia: 3, Ruta: COLJ \rightarrow COLI
 - **COLJ \rightarrow K**: Distancia: 6, Ruta: COLJ \rightarrow H \rightarrow A \rightarrow K
 - **K \rightarrow A**: Distancia: 1, Ruta: K \rightarrow A
 - **K \rightarrow B**: Distancia: 4, Ruta: K \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow B
 - **K \rightarrow C**: Distancia: 6, Ruta: K \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow B \rightarrow C
 - **K \rightarrow E**: Distancia: 2, Ruta: K \rightarrow A \rightarrow E
 - **K \rightarrow F**: Distancia: 2, Ruta: K \rightarrow A \rightarrow F
 - **K \rightarrow G**: Distancia: 4, Ruta: K \rightarrow A \rightarrow F \rightarrow G
 - **K \rightarrow H**: Distancia: 7, Ruta: K \rightarrow COLJ \rightarrow H
 - **K \rightarrow COLI**: Distancia: 2, Ruta: K \rightarrow A \rightarrow COLI
 - **K \rightarrow COLJ**: Distancia: 5, Ruta: K \rightarrow COLJ
-