

# Proyecto 1: Rutas Optimas (Algoritmo de Floyd)

Emily Sanchez  
Viviana Vargas

Curso: Investigación de Operaciones  
II Semestre 2025

12 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.

El algoritmo comienza con una tabla llamada  $G(0)$  que muestra las distancias directas entre cada nodo. Si dos nodos no están conectados directamente, la tabla marca esa distancia como infinito. Luego verifica si pasar por un nodo intermedio puede hacer que el camino entre dos nodos sea más corto.

El proceso se repite hasta que todos los nodos intermedios posibles hayan sido probados (es decir, habrá una tabla  $G(k)$  para cada nodo  $k$ ). Al final, la tabla  $P$  muestra la distancia más corta posible entre cada par de nodos.

Podemos visualizar estos problemas con distancias entre ciudades: ¿qué pasa si quiero ir directamente de la ciudad A a la ciudad C? ¿Sería más corto ir directamente de A a C o ir de A a B y de B a C?

**Complejidad espacial:**  $O(n^2)$

**Complejidad temporal:**  $O(n^3)$

---

## 2. Descripción del Problema

Grafo con 16 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: I
  - Nodo J: J
  - Nodo K: K
  - Nodo L: L
  - Nodo M: M
  - Nodo N: N
  - Nodo O: O
  - Nodo P: P
-

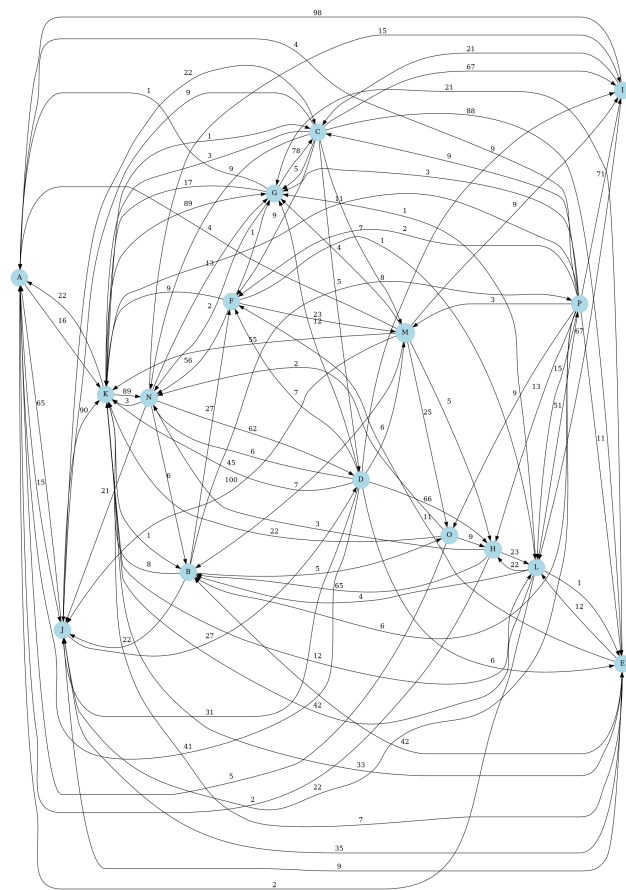


Figura 1: Representación del grafo original

### 3. Procedimiento del Algoritmo

#### 3.1. Matriz de Distancias Inicial D(0)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	15	16	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
B	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	27	$\infty$	$\infty$	$\infty$	22	8	$\infty$	$\infty$	$\infty$	5	8
C	$\infty$	$\infty$	0	5	88	9	5	$\infty$	67	9	3	$\infty$	7	9	$\infty$	$\infty$
D	41	$\infty$	$\infty$	0	6	7	12	66	9	31	45	$\infty$	6	6	$\infty$	$\infty$
E	0	42	$\infty$	$\infty$	0	11	21	$\infty$	$\infty$	9	7	12	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
F	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	1	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	1	23	56	$\infty$	$\infty$
G	1	$\infty$	78	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	17	$\infty$	$\infty$	2	$\infty$	$\infty$
H	2	65	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	23	$\infty$	3	$\infty$	$\infty$
I	98	$\infty$	21	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	67	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
J	65	$\infty$	22	27	35	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	90	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
K	22	1	1	$\infty$	33	$\infty$	89	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	12	$\infty$	89	$\infty$	$\infty$
L	2	4	$\infty$	$\infty$	1	$\infty$	1	22	$\infty$	$\infty$	42	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	51
M	4	7	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	4	5	9	100	55	$\infty$	0	$\infty$	25	$\infty$
N	$\infty$	6	$\infty$	62	$\infty$	$\infty$	13	$\infty$	15	21	3	$\infty$	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$
O	5	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	$\infty$	$\infty$	22	$\infty$	$\infty$	2	0	$\infty$
P	4	6	9	0	11	2	3	13	71	22	11	15	3	0	9	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	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	B	-	-	-	B	B	-	-	-	B	B
C	-	-	-	C	C	C	C	-	C	C	C	-	C	C	-	-
D	D	-	-	-	D	D	D	D	D	D	D	-	D	D	-	-
E	E	E	-	-	-	E	E	-	-	E	E	E	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	F	F	F	F	-	-
G	G	-	G	-	-	-	-	-	-	-	G	-	-	G	-	-
H	H	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H	-	H	-	-
I	I	-	I	-	-	-	-	-	-	-	-	I	-	-	-	-
J	J	-	J	J	J	-	-	-	-	-	J	-	-	-	-	-
K	K	K	K	-	K	-	K	-	-	-	-	K	-	K	-	-
L	L	L	-	-	L	-	L	L	-	-	L	-	-	-	-	L
M	M	M	-	-	-	-	M	M	M	M	M	-	-	-	M	-
N	-	N	-	N	-	-	N	-	N	N	N	-	-	-	-	-
O	O	-	-	-	-	-	-	O	-	-	O	-	-	O	-	-
P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-

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	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	15	16	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
B	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	27	$\infty$	$\infty$	$\infty$	22	8	$\infty$	$\infty$	$\infty$	5	8
C	$\infty$	$\infty$	0	5	88	9	5	$\infty$	67	9	3	$\infty$	7	9	$\infty$	$\infty$
D	41	$\infty$	$\infty$	0	6	7	12	66	9	31	45	$\infty$	6	6	$\infty$	$\infty$
E	0	42	$\infty$	$\infty$	0	11	21	$\infty$	$\infty$	9	7	12	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
F	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	1	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	1	23	56	$\infty$	$\infty$
G	1	$\infty$	78	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	16	17	$\infty$	$\infty$	2	$\infty$	$\infty$
H	2	65	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	$\infty$	17	18	23	$\infty$	3	$\infty$	$\infty$
I	98	$\infty$	21	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	113	114	67	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
J	65	$\infty$	22	27	35	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	81	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
K	22	1	1	$\infty$	33	$\infty$	89	$\infty$	$\infty$	37	0	12	$\infty$	89	$\infty$	$\infty$
L	2	4	$\infty$	$\infty$	1	$\infty$	1	22	$\infty$	17	18	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	51
M	4	7	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	4	5	9	19	20	$\infty$	0	$\infty$	25	$\infty$
N	$\infty$	6	$\infty$	62	$\infty$	$\infty$	13	$\infty$	15	21	3	$\infty$	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$
O	5	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	$\infty$	20	21	$\infty$	$\infty$	2	0	$\infty$
P	4	6	9	0	11	2	3	13	71	19	11	15	3	0	9	0

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	B	-	-	-	B	B	-	-	-	B	B
C	-	-	-	C	C	C	C	-	C	C	C	-	C	C	-	-
D	D	-	-	-	D	D	D	D	D	D	D	-	D	D	-	-
E	E	E	-	-	-	E	E	-	-	E	E	E	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	F	F	F	F	-	-
G	G	-	G	-	-	-	-	-	-	A	G	-	-	G	-	-
H	H	H	-	-	-	-	-	-	-	A	A	H	-	H	-	-
I	I	-	I	-	-	-	-	-	-	A	A	I	-	-	-	-
J	J	-	J	J	J	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-
K	K	K	K	-	K	-	K	-	-	A	-	K	-	K	-	-
L	L	L	-	-	L	-	L	L	-	A	A	-	-	-	-	L
M	M	M	-	-	-	-	M	M	M	A	A	-	-	-	M	-
N	-	N	-	N	-	-	N	-	N	N	N	-	-	-	-	-
O	O	-	-	-	-	-	-	O	-	A	A	-	-	O	-	-
P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	A	P	P	P	P	P	-

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

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	15	16	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
B	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	27	$\infty$	$\infty$	$\infty$	22	8	$\infty$	$\infty$	$\infty$	5	8
C	$\infty$	$\infty$	0	5	88	9	5	$\infty$	67	9	3	$\infty$	7	9	$\infty$	$\infty$
D	41	$\infty$	$\infty$	0	6	7	12	66	9	31	45	$\infty$	6	6	$\infty$	$\infty$
E	0	42	$\infty$	$\infty$	0	11	21	$\infty$	$\infty$	9	7	12	$\infty$	$\infty$	47	50
F	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	1	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	1	23	56	$\infty$	$\infty$
G	1	$\infty$	78	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	16	17	$\infty$	$\infty$	2	$\infty$	$\infty$
H	2	65	$\infty$	$\infty$	$\infty$	92	$\infty$	0	$\infty$	17	18	23	$\infty$	3	70	73
I	98	$\infty$	21	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	113	114	67	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
J	65	$\infty$	22	27	35	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	81	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
K	22	1	1	$\infty$	33	28	89	$\infty$	$\infty$	23	0	12	$\infty$	89	6	9
L	2	4	$\infty$	$\infty$	1	31	1	22	$\infty$	17	12	0	$\infty$	$\infty$	9	12
M	4	7	$\infty$	$\infty$	$\infty$	34	4	5	9	19	15	$\infty$	0	$\infty$	12	15
N	$\infty$	6	$\infty$	62	$\infty$	33	13	$\infty$	15	21	3	$\infty$	$\infty$	0	11	14
O	5	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	$\infty$	20	21	$\infty$	$\infty$	2	0	$\infty$
P	4	6	9	0	11	2	3	13	71	19	11	15	3	0	9	0

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	B	-	-	-	B	B	-	-	-	B	B
C	-	-	-	C	C	C	C	-	C	C	C	-	C	C	-	-
D	D	-	-	-	D	D	D	D	D	D	D	-	D	D	-	-
E	E	E	-	-	-	E	E	-	-	E	E	E	-	-	B	B
F	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	F	F	F	F	-	-
G	G	-	G	-	-	-	-	-	-	A	G	-	-	G	-	-
H	H	H	-	-	-	B	-	-	-	A	A	H	-	H	B	B
I	I	-	I	-	-	-	-	-	-	A	A	I	-	-	-	-
J	J	-	J	J	J	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-
K	K	K	K	-	K	B	K	-	-	B	-	K	-	K	B	B
L	L	L	-	-	L	B	L	L	-	A	B	-	-	-	B	B
M	M	M	-	-	-	B	M	M	M	A	B	-	-	-	B	B
N	-	N	-	N	-	B	N	-	N	N	N	-	-	-	B	B
O	O	-	-	-	-	-	-	O	-	A	A	-	-	O	-	-
P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	A	P	P	P	P	P	-

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



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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	15	16	∞	∞	∞	∞	∞
B	∞	0	∞	∞	∞	27	∞	∞	∞	22	8	∞	∞	∞	5	8
C	∞	∞	0	5	88	9	5	∞	67	9	3	∞	7	9	∞	∞
D	41	∞	∞	0	6	7	12	66	9	31	45	∞	6	6	∞	∞
E	0	42	∞	∞	0	11	21	∞	∞	9	7	12	∞	∞	47	50
F	∞	∞	∞	∞	∞	0	1	∞	∞	∞	9	1	23	56	∞	∞
G	1	∞	78	83	166	87	0	∞	145	16	17	∞	85	2	∞	∞
H	2	65	∞	∞	∞	92	∞	0	∞	17	18	23	∞	3	70	73
I	98	∞	21	26	109	30	26	∞	0	30	24	67	28	30	∞	∞
J	65	∞	22	27	35	31	27	∞	89	0	25	∞	29	31	∞	∞
K	22	1	1	6	33	10	6	∞	68	10	0	12	8	10	6	9
L	2	4	∞	∞	1	31	1	22	∞	17	12	0	∞	∞	9	12
M	4	7	∞	∞	∞	34	4	5	9	19	15	∞	0	∞	12	15
N	∞	6	∞	62	∞	33	13	∞	15	21	3	∞	∞	0	11	14
O	5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	9	∞	20	21	∞	∞	2	0	∞
P	4	6	9	0	11	2	3	13	71	18	11	15	3	0	9	0

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	B	-	-	-	B	B	-	-	-	B	B
C	-	-	-	C	C	C	C	-	C	C	C	-	C	C	-	-
D	D	-	-	-	D	D	D	D	D	D	D	-	D	D	-	-
E	E	E	-	-	-	E	E	-	-	E	E	E	-	-	B	B
F	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	F	F	F	F	-	-
G	G	-	G	C	C	C	-	-	C	A	G	-	C	G	-	-
H	H	H	-	-	-	B	-	-	-	A	A	H	-	H	B	B
I	I	-	I	C	C	C	C	-	-	C	C	I	C	C	-	-
J	J	-	J	J	J	C	C	-	C	-	C	-	C	C	-	-
K	K	K	K	C	K	C	C	-	C	C	-	K	C	C	B	B
L	L	L	-	-	L	B	L	L	-	A	B	-	-	-	B	B
M	M	M	-	-	-	B	M	M	M	A	B	-	-	-	B	B
N	-	N	-	N	-	B	N	-	N	N	N	-	-	-	B	B
O	O	-	-	-	-	-	-	O	-	A	A	-	-	O	-	-
P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	C	P	P	P	P	P	-

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

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	15	16	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
B	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	27	$\infty$	$\infty$	$\infty$	22	8	$\infty$	$\infty$	$\infty$	5	8
C	46	$\infty$	0	5	11	9	5	71	14	9	3	$\infty$	7	9	$\infty$	$\infty$
D	41	$\infty$	$\infty$	0	6	7	12	66	9	31	45	$\infty$	6	6	$\infty$	$\infty$
E	0	42	$\infty$	$\infty$	0	11	21	$\infty$	$\infty$	9	7	12	$\infty$	$\infty$	47	50
F	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	1	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	1	23	56	$\infty$	$\infty$
G	1	$\infty$	78	83	89	87	0	149	92	16	17	$\infty$	85	2	$\infty$	$\infty$
H	2	65	$\infty$	$\infty$	$\infty$	92	$\infty$	0	$\infty$	17	18	23	$\infty$	3	70	73
I	67	$\infty$	21	26	32	30	26	92	0	30	24	67	28	30	$\infty$	$\infty$
J	65	$\infty$	22	27	33	31	27	93	36	0	25	$\infty$	29	31	$\infty$	$\infty$
K	22	1	1	6	12	10	6	72	15	10	0	12	8	10	6	9
L	2	4	$\infty$	$\infty$	1	31	1	22	$\infty$	17	12	0	$\infty$	$\infty$	9	12
M	4	7	$\infty$	$\infty$	$\infty$	34	4	5	9	19	15	$\infty$	0	$\infty$	12	15
N	103	6	$\infty$	62	68	33	13	128	15	21	3	$\infty$	68	0	11	14
O	5	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	$\infty$	20	21	$\infty$	$\infty$	2	0	$\infty$
P	4	6	9	0	6	2	3	13	9	18	11	15	3	0	9	0

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	B	-	-	-	B	B	-	-	-	B	B
C	D	-	-	C	D	C	C	D	D	C	C	-	C	C	-	-
D	D	-	-	-	D	D	D	D	D	D	D	-	D	D	-	-
E	E	E	-	-	-	E	E	-	-	E	E	E	-	-	B	B
F	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	F	F	F	F	-	-
G	G	-	G	C	D	C	-	D	D	A	G	-	C	G	-	-
H	H	H	-	-	-	B	-	-	-	A	A	H	-	H	B	B
I	D	-	I	C	D	C	C	D	-	C	C	I	C	C	-	-
J	J	-	J	J	D	C	C	D	D	-	C	-	C	C	-	-
K	K	K	K	C	D	C	C	D	D	C	-	K	C	C	B	B
L	L	L	-	-	L	B	L	L	-	A	B	-	-	-	B	B
M	M	M	-	-	-	B	M	M	M	A	B	-	-	-	B	B
N	D	N	-	N	D	B	N	D	N	N	N	-	D	-	B	B
O	O	-	-	-	-	-	-	O	-	A	A	-	-	O	-	-
P	P	P	P	P	D	P	P	P	D	C	P	P	P	P	P	-

Cuadro 10: Matriz de caminos  $P(4)$  - Cambios resaltados en azul

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	15	16	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
B	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	27	$\infty$	$\infty$	$\infty$	22	8	$\infty$	$\infty$	$\infty$	5	8
C	11	53	0	5	11	9	5	71	14	9	3	23	7	9	58	61
D	6	48	$\infty$	0	6	7	12	66	9	15	13	18	6	6	53	56
E	0	42	$\infty$	$\infty$	0	11	21	$\infty$	$\infty$	9	7	12	$\infty$	$\infty$	47	50
F	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	1	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	1	23	56	$\infty$	$\infty$
G	1	131	78	83	89	87	0	149	92	16	17	101	85	2	136	139
H	2	65	$\infty$	$\infty$	$\infty$	92	$\infty$	0	$\infty$	17	18	23	$\infty$	3	70	73
I	32	74	21	26	32	30	26	92	0	30	24	44	28	30	79	82
J	33	75	22	27	33	31	27	93	36	0	25	45	29	31	80	83
K	12	1	1	6	12	10	6	72	15	10	0	12	8	10	6	9
L	1	4	$\infty$	$\infty$	1	12	1	22	$\infty$	10	8	0	$\infty$	$\infty$	9	12
M	4	7	$\infty$	$\infty$	$\infty$	34	4	5	9	19	15	$\infty$	0	$\infty$	12	15
N	68	6	$\infty$	62	68	33	13	128	15	21	3	80	68	0	11	14
O	5	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	$\infty$	20	21	$\infty$	$\infty$	2	0	$\infty$
P	4	6	9	0	6	2	3	13	9	15	11	15	3	0	9	0

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	B	-	-	-	B	B	-	-	-	B	B
C	E	E	-	C	D	C	C	D	D	C	C	E	C	C	B	B
D	E	E	-	-	D	D	D	D	D	E	E	E	D	D	B	B
E	E	E	-	-	-	E	E	-	-	E	E	E	-	-	B	B
F	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	F	F	F	F	-	-
G	G	E	G	C	D	C	-	D	D	A	G	E	C	G	B	B
H	H	H	-	-	-	B	-	-	-	A	A	H	-	H	B	B
I	E	E	I	C	D	C	C	D	-	C	C	E	C	C	B	B
J	E	E	J	J	D	C	C	D	D	-	C	E	C	C	B	B
K	E	K	K	C	D	C	C	D	D	C	-	K	C	C	B	B
L	E	L	-	-	L	E	L	L	-	E	E	-	-	-	B	B
M	M	M	-	-	-	B	M	M	M	A	B	-	-	-	B	B
N	E	N	-	N	D	B	N	D	N	N	N	E	D	-	B	B
O	O	-	-	-	-	-	-	O	-	A	A	-	-	O	-	-
P	P	P	P	P	D	P	P	P	D	E	P	P	P	P	P	-

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

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	15	16	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
B	$\infty$	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	27	28	$\infty$	$\infty$	22	8	28	50	83	5	8
C	11	53	0	5	11	9	5	71	14	9	3	10	7	9	58	61
D	6	48	$\infty$	0	6	7	8	66	9	15	13	8	6	6	53	56
E	0	42	$\infty$	$\infty$	0	11	12	$\infty$	$\infty$	9	7	12	34	67	47	50
F	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0	1	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	1	23	56	$\infty$	$\infty$
G	1	131	78	83	89	87	0	149	92	16	17	88	85	2	136	139
H	2	65	$\infty$	$\infty$	$\infty$	92	93	0	$\infty$	17	18	23	115	3	70	73
I	32	74	21	26	32	30	26	92	0	30	24	31	28	30	79	82
J	33	75	22	27	33	31	27	93	36	0	25	32	29	31	80	83
K	12	1	1	6	12	10	6	72	15	10	0	11	8	10	6	9
L	1	4	$\infty$	$\infty$	1	12	1	22	$\infty$	10	8	0	35	68	9	12
M	4	7	$\infty$	$\infty$	$\infty$	34	4	5	9	19	15	35	0	90	12	15
N	68	6	$\infty$	62	68	33	13	128	15	21	3	34	56	0	11	14
O	5	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	$\infty$	20	21	$\infty$	$\infty$	2	0	$\infty$
P	4	6	9	0	6	2	3	13	9	15	11	3	3	0	9	0

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	B	F	-	-	B	B	F	F	F	B	B
C	E	E	-	C	D	C	C	D	D	C	C	F	C	C	B	B
D	E	E	-	-	D	D	F	D	D	E	E	F	D	D	B	B
E	E	E	-	-	-	E	F	-	-	E	E	E	F	F	B	B
F	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	F	F	F	F	-	-
G	G	E	G	C	D	C	-	D	D	A	G	F	C	G	B	B
H	H	H	-	-	-	B	F	-	-	A	A	H	F	H	B	B
I	E	E	I	C	D	C	C	D	-	C	C	F	C	C	B	B
J	E	E	J	J	D	C	C	D	D	-	C	F	C	C	B	B
K	E	K	K	C	D	C	C	D	D	C	-	F	C	C	B	B
L	E	L	-	-	L	E	L	L	-	E	E	-	F	F	B	B
M	M	M	-	-	-	B	M	M	M	A	B	F	-	F	B	B
N	E	N	-	N	D	B	N	D	N	N	N	F	F	-	B	B
O	O	-	-	-	-	-	-	O	-	A	A	-	-	O	-	-
P	P	P	P	P	D	P	P	P	D	E	P	F	P	P	P	-

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

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	15	16	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
B	29	0	106	111	117	27	28	177	120	22	8	28	50	30	5	8
C	6	53	0	5	11	9	5	71	14	9	3	10	7	7	58	61
D	6	48	86	0	6	7	8	66	9	15	13	8	6	6	53	56
E	0	42	90	95	0	11	12	161	104	9	7	12	34	14	47	50
F	2	132	79	84	90	0	1	150	93	17	9	1	23	3	137	140
G	1	131	78	83	89	87	0	149	92	16	17	88	85	2	136	139
H	2	65	171	176	182	92	93	0	185	17	18	23	115	3	70	73
I	27	74	21	26	32	30	26	92	0	30	24	31	28	28	79	82
J	28	75	22	27	33	31	27	93	36	0	25	32	29	29	80	83
K	7	1	1	6	12	10	6	72	15	10	0	11	8	8	6	9
L	1	4	79	84	1	12	1	22	93	10	8	0	35	3	9	12
M	4	7	82	87	93	34	4	5	9	19	15	35	0	6	12	15
N	14	6	91	62	68	33	13	128	15	21	3	34	56	0	11	14
O	5	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	9	$\infty$	20	21	$\infty$	$\infty$	2	0	$\infty$
P	4	6	9	0	6	2	3	13	9	15	11	3	3	0	9	0

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-
B	G	-	G	C	D	B	F	D	D	B	B	F	F	G	B	B
C	G	E	-	C	D	C	C	D	D	C	C	F	C	G	B	B
D	E	E	G	-	D	D	F	D	D	E	E	F	D	D	B	B
E	E	E	G	C	-	E	F	D	D	E	E	E	F	G	B	B
F	G	E	G	C	D	-	F	D	D	A	F	F	F	G	B	B
G	G	E	G	C	D	C	-	D	D	A	G	F	C	G	B	B
H	H	H	G	C	D	B	F	-	D	A	A	H	F	H	B	B
I	G	E	I	C	D	C	C	D	-	C	C	F	C	G	B	B
J	G	E	J	J	D	C	C	D	D	-	C	F	C	G	B	B
K	G	K	K	C	D	C	C	D	D	C	-	F	C	G	B	B
L	E	L	G	C	L	E	L	L	D	E	E	-	F	G	B	B
M	M	M	G	C	D	B	M	M	M	A	B	F	-	G	B	B
N	G	N	G	N	D	B	N	D	N	N	N	F	F	-	B	B
O	O	-	-	-	-	-	-	O	-	A	A	-	-	O	-	-
P	P	P	P	P	D	P	P	P	D	E	P	F	P	P	P	-

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

### 3.3.8. Iteración 8 (k = 8) - Nodo intermedio: H

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	15	16	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
B	29	0	106	111	117	27	28	177	120	22	8	28	50	30	5	8
C	6	53	0	5	11	9	5	71	14	9	3	10	7	7	58	61
D	6	48	86	0	6	7	8	66	9	15	13	8	6	6	53	56
E	0	42	90	95	0	11	12	161	104	9	7	12	34	14	47	50
F	2	132	79	84	90	0	1	150	93	17	9	1	23	3	137	140
G	1	131	78	83	89	87	0	149	92	16	17	88	85	2	136	139
H	2	65	171	176	182	92	93	0	185	17	18	23	115	3	70	73
I	27	74	21	26	32	30	26	92	0	30	24	31	28	28	79	82
J	28	75	22	27	33	31	27	93	36	0	25	32	29	29	80	83
K	7	1	1	6	12	10	6	72	15	10	0	11	8	8	6	9
L	1	4	79	84	1	12	1	22	93	10	8	0	35	3	9	12
M	4	7	82	87	93	34	4	5	9	19	15	28	0	6	12	15
N	14	6	91	62	68	33	13	128	15	21	3	34	56	0	11	14
O	5	74	180	185	191	101	102	9	194	20	21	32	124	2	0	82
P	4	6	9	0	6	2	3	13	9	15	11	3	3	0	9	0

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-
B	G	-	G	C	D	B	F	D	D	B	B	F	F	G	B	B
C	G	E	-	C	D	C	C	D	D	C	C	F	C	G	B	B
D	E	E	G	-	D	D	F	D	D	E	E	F	D	D	B	B
E	E	E	G	C	-	E	F	D	D	E	E	E	F	G	B	B
F	G	E	G	C	D	-	F	D	D	A	F	F	F	G	B	B
G	G	E	G	C	D	C	-	D	D	A	G	F	C	G	B	B
H	H	H	G	C	D	B	F	-	D	A	A	H	F	H	B	B
I	G	E	I	C	D	C	C	D	-	C	C	F	C	G	B	B
J	G	E	J	J	D	C	C	D	D	-	C	F	C	G	B	B
K	G	K	K	C	D	C	C	D	D	C	-	F	C	G	B	B
L	E	L	G	C	L	E	L	L	D	E	E	-	F	G	B	B
M	M	M	G	C	D	B	M	M	M	A	B	H	-	G	B	B
N	G	N	G	N	D	B	N	D	N	N	N	F	F	-	B	B
O	O	H	G	C	D	B	F	O	D	A	A	H	F	O	-	B
P	P	P	P	P	D	P	P	P	D	E	P	F	P	P	P	-

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

### 3.3.9. Iteración 9 (k = 9) - Nodo intermedio: I

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	15	16	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
B	29	0	106	111	117	27	28	177	120	22	8	28	50	30	5	8
C	6	53	0	5	11	9	5	71	14	9	3	10	7	7	58	61
D	6	48	30	0	6	7	8	66	9	15	13	8	6	6	53	56
E	0	42	90	95	0	11	12	161	104	9	7	12	34	14	47	50
F	2	132	79	84	90	0	1	150	93	17	9	1	23	3	137	140
G	1	131	78	83	89	87	0	149	92	16	17	88	85	2	136	139
H	2	65	171	176	182	92	93	0	185	17	18	23	115	3	70	73
I	27	74	21	26	32	30	26	92	0	30	24	31	28	28	79	82
J	28	75	22	27	33	31	27	93	36	0	25	32	29	29	80	83
K	7	1	1	6	12	10	6	72	15	10	0	11	8	8	6	9
L	1	4	79	84	1	12	1	22	93	10	8	0	35	3	9	12
M	4	7	30	35	41	34	4	5	9	19	15	28	0	6	12	15
N	14	6	36	41	47	33	13	107	15	21	3	34	43	0	11	14
O	5	74	180	185	191	101	102	9	194	20	21	32	124	2	0	82
P	4	6	9	0	6	2	3	13	9	15	11	3	3	0	9	0

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	-	-	-	-	-
B	G	-	G	C	D	B	F	D	D	B	B	F	F	G	B	B
C	G	E	-	C	D	C	C	D	D	C	C	F	C	G	B	B
D	E	E	I	-	D	D	F	D	D	E	E	F	D	D	B	B
E	E	E	G	C	-	E	F	D	D	E	E	E	F	G	B	B
F	G	E	G	C	D	-	F	D	D	A	F	F	F	G	B	B
G	G	E	G	C	D	C	-	D	D	A	G	F	C	G	B	B
H	H	H	G	C	D	B	F	-	D	A	A	H	F	H	B	B
I	G	E	I	C	D	C	C	D	-	C	C	F	C	G	B	B
J	G	E	J	J	D	C	C	D	D	-	C	F	C	G	B	B
K	G	K	K	C	D	C	C	D	D	C	-	F	C	G	B	B
L	E	L	G	C	L	E	L	L	D	E	E	-	F	G	B	B
M	M	M	I	C	D	B	M	M	M	A	B	H	-	G	B	B
N	G	N	I	C	D	B	N	D	N	N	N	F	C	-	B	B
O	O	H	G	C	D	B	F	O	D	A	A	H	F	O	-	B
P	P	P	P	P	D	P	P	P	D	E	P	F	P	P	P	-

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

### 3.3.10. Iteración 10 (k = 10) - Nodo intermedio: J

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	90	37	42	48	46	42	108	51	15	16	47	44	44	95	98
B	29	0	44	49	55	27	28	115	58	22	8	28	50	30	5	8
C	6	53	0	5	11	9	5	71	14	9	3	10	7	7	58	61
D	6	48	30	0	6	7	8	66	9	15	13	8	6	6	53	56
E	0	42	31	36	0	11	12	102	45	9	7	12	34	14	47	50
F	2	92	39	44	50	0	1	110	53	17	9	1	23	3	97	100
G	1	91	38	43	49	47	0	109	52	16	17	48	45	2	96	99
H	2	65	39	44	50	48	44	0	53	17	18	23	46	3	70	73
I	27	74	21	26	32	30	26	92	0	30	24	31	28	28	79	82
J	28	75	22	27	33	31	27	93	36	0	25	32	29	29	80	83
K	7	1	1	6	12	10	6	72	15	10	0	11	8	8	6	9
L	1	4	32	37	1	12	1	22	46	10	8	0	35	3	9	12
M	4	7	30	35	41	34	4	5	9	19	15	28	0	6	12	15
N	14	6	36	41	47	33	13	107	15	21	3	34	43	0	11	14
O	5	74	42	47	53	51	47	9	56	20	21	32	49	2	0	82
P	4	6	9	0	6	2	3	13	9	15	11	3	3	0	9	0

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	E	J	J	D	C	C	D	D	A	A	F	C	G	B	B
B	G	-	J	J	D	B	F	D	D	B	B	F	F	G	B	B
C	G	E	-	C	D	C	C	D	D	C	C	F	C	G	B	B
D	E	E	I	-	D	D	F	D	D	E	E	F	D	D	B	B
E	E	E	J	J	-	E	F	D	D	E	E	E	F	G	B	B
F	G	E	J	J	D	-	F	D	D	A	F	F	F	G	B	B
G	G	E	J	J	D	C	-	D	D	A	G	F	C	G	B	B
H	H	H	J	J	D	C	C	-	D	A	A	H	C	H	B	B
I	G	E	I	C	D	C	C	D	-	C	C	F	C	G	B	B
J	G	E	J	J	D	C	C	D	D	-	C	F	C	G	B	B
K	G	K	K	C	D	C	C	D	D	C	-	F	C	G	B	B
L	E	L	J	J	L	E	L	L	D	E	E	-	F	G	B	B
M	M	M	I	C	D	B	M	M	M	A	B	H	-	G	B	B
N	G	N	I	C	D	B	N	D	N	N	N	F	C	-	B	B
O	O	H	J	J	D	C	C	O	D	A	A	H	C	O	-	B
P	P	P	P	P	D	P	P	P	D	E	P	F	P	P	P	-

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



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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	17	17	22	28	26	22	88	31	15	16	27	24	24	22	25
B	15	0	9	14	20	18	14	80	23	18	8	19	16	16	5	8
C	6	4	0	5	11	9	5	71	14	9	3	10	7	7	9	12
D	6	14	14	0	6	7	8	66	9	15	13	8	6	6	19	22
E	0	8	8	13	0	11	12	79	22	9	7	12	15	14	13	16
F	2	10	10	15	21	0	1	81	24	17	9	1	17	3	15	18
G	1	18	18	23	29	27	0	89	32	16	17	28	25	2	23	26
H	2	19	19	24	30	28	24	0	33	17	18	23	26	3	24	27
I	27	25	21	26	32	30	26	92	0	30	24	31	28	28	30	33
J	28	26	22	27	33	31	27	93	36	0	25	32	29	29	31	34
K	7	1	1	6	12	10	6	72	15	10	0	11	8	8	6	9
L	1	4	9	14	1	12	1	22	23	10	8	0	16	3	9	12
M	4	7	16	21	27	25	4	5	9	19	15	26	0	6	12	15
N	10	4	4	9	15	13	9	75	15	13	3	14	11	0	9	12
O	5	22	22	27	33	31	27	9	36	20	21	32	29	2	0	30
P	4	6	9	0	6	2	3	13	9	15	11	3	3	0	9	0

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	K	K	C	D	C	C	D	D	A	A	F	C	G	B	B
B	G	-	K	C	D	C	C	D	D	C	B	F	C	G	B	B
C	G	K	-	C	D	C	C	D	D	C	C	F	C	G	B	B
D	E	K	K	-	D	D	F	D	D	E	E	F	D	D	B	B
E	E	K	K	C	-	E	F	D	D	E	E	E	C	G	B	B
F	G	K	K	C	D	-	F	D	D	A	F	F	C	G	B	B
G	G	K	K	C	D	C	-	D	D	A	G	F	C	G	B	B
H	H	K	K	C	D	C	C	-	D	A	A	H	C	H	B	B
I	G	K	I	C	D	C	C	D	-	C	C	F	C	G	B	B
J	G	K	J	J	D	C	C	D	D	-	C	F	C	G	B	B
K	G	K	K	C	D	C	C	D	D	C	-	F	C	G	B	B
L	E	L	K	C	L	E	L	L	D	E	E	-	C	G	B	B
M	M	M	K	C	D	C	M	M	M	A	B	F	-	G	B	B
N	G	K	K	C	D	C	C	D	N	C	N	F	C	-	B	B
O	O	K	K	C	D	C	C	O	D	A	A	H	C	O	-	B
P	P	P	P	P	D	P	P	P	D	E	P	F	P	P	P	-

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

**3.3.12. Iteración 12 (k = 12) - Nodo intermedio: L**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	17	17	22	28	26	22	49	31	15	16	27	24	24	22	25
B	15	0	9	14	20	18	14	41	23	18	8	19	16	16	5	8
C	6	4	0	5	11	9	5	32	14	9	3	10	7	7	9	12
D	6	12	14	0	6	7	8	30	9	15	13	8	6	6	17	20
E	0	8	8	13	0	11	12	34	22	9	7	12	15	14	13	16
F	2	5	10	15	2	0	1	23	24	11	9	1	17	3	10	13
G	1	18	18	23	29	27	0	50	32	16	17	28	25	2	23	26
H	2	19	19	24	24	28	24	0	33	17	18	23	26	3	24	27
I	27	25	21	26	32	30	26	53	0	30	24	31	28	28	30	33
J	28	26	22	27	33	31	27	54	36	0	25	32	29	29	31	34
K	7	1	1	6	12	10	6	33	15	10	0	11	8	8	6	9
L	1	4	9	14	1	12	1	22	23	10	8	0	16	3	9	12
M	4	7	16	21	27	25	4	5	9	19	15	26	0	6	12	15
N	10	4	4	9	15	13	9	36	15	13	3	14	11	0	9	12
O	5	22	22	27	33	31	27	9	36	20	21	32	29	2	0	30
P	4	6	9	0	4	2	3	13	9	13	11	3	3	0	9	0

Cuadro 25: Matriz de distancias D(12) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	K	K	C	D	C	C	L	D	A	A	F	C	G	B	B
B	G	-	K	C	D	C	C	L	D	C	B	F	C	G	B	B
C	G	K	-	C	D	C	C	L	D	C	C	F	C	G	B	B
D	E	L	K	-	D	D	F	L	D	E	E	F	D	D	B	B
E	E	K	K	C	-	E	F	L	D	E	E	E	C	G	B	B
F	G	L	K	C	L	-	F	L	D	E	F	F	C	G	B	B
G	G	K	K	C	D	C	-	L	D	A	G	F	C	G	B	B
H	H	K	K	C	L	C	C	-	D	A	A	H	C	H	B	B
I	G	K	I	C	D	C	C	L	-	C	C	F	C	G	B	B
J	G	K	J	J	D	C	C	L	D	-	C	F	C	G	B	B
K	G	K	K	C	D	C	C	L	D	C	-	F	C	G	B	B
L	E	L	K	C	L	E	L	L	D	E	E	-	C	G	B	B
M	M	M	K	C	D	C	M	M	M	A	B	F	-	G	B	B
N	G	K	K	C	D	C	C	L	N	C	N	F	C	-	B	B
O	O	K	K	C	D	C	C	O	D	A	A	H	C	O	-	B
P	P	P	P	P	L	P	P	P	D	E	P	F	P	P	P	-

Cuadro 26: Matriz de caminos P(12) - Cambios resaltados en azul

**3.3.13. Iteración 13 (k = 13) - Nodo intermedio: M**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	17	17	22	28	26	22	29	31	15	16	27	24	24	22	25
B	15	0	9	14	20	18	14	21	23	18	8	19	16	16	5	8
C	6	4	0	5	11	9	5	12	14	9	3	10	7	7	9	12
D	6	12	14	0	6	7	8	11	9	15	13	8	6	6	17	20
E	0	8	8	13	0	11	12	20	22	9	7	12	15	14	13	16
F	2	5	10	15	2	0	1	22	24	11	9	1	17	3	10	13
G	1	18	18	23	29	27	0	30	32	16	17	28	25	2	23	26
H	2	19	19	24	24	28	24	0	33	17	18	23	26	3	24	27
I	27	25	21	26	32	30	26	33	0	30	24	31	28	28	30	33
J	28	26	22	27	33	31	27	34	36	0	25	32	29	29	31	34
K	7	1	1	6	12	10	6	13	15	10	0	11	8	8	6	9
L	1	4	9	14	1	12	1	21	23	10	8	0	16	3	9	12
M	4	7	16	21	27	25	4	5	9	19	15	26	0	6	12	15
N	10	4	4	9	15	13	9	16	15	13	3	14	11	0	9	12
O	5	22	22	27	33	31	27	9	36	20	21	32	29	2	0	30
P	4	6	9	0	4	2	3	8	9	13	11	3	3	0	9	0

Cuadro 27: Matriz de distancias D(13) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	K	K	C	D	C	C	M	D	A	A	F	C	G	B	B
B	G	-	K	C	D	C	C	M	D	C	B	F	C	G	B	B
C	G	K	-	C	D	C	C	M	D	C	C	F	C	G	B	B
D	E	L	K	-	D	D	F	M	D	E	E	F	D	D	B	B
E	E	K	K	C	-	E	F	M	D	E	E	E	C	G	B	B
F	G	L	K	C	L	-	F	M	D	E	F	F	C	G	B	B
G	G	K	K	C	D	C	-	M	D	A	G	F	C	G	B	B
H	H	K	K	C	L	C	C	-	D	A	A	H	C	H	B	B
I	G	K	I	C	D	C	C	M	-	C	C	F	C	G	B	B
J	G	K	J	J	D	C	C	M	D	-	C	F	C	G	B	B
K	G	K	K	C	D	C	C	M	D	C	-	F	C	G	B	B
L	E	L	K	C	L	E	L	M	D	E	E	-	C	G	B	B
M	M	M	K	C	D	C	M	M	M	A	B	F	-	G	B	B
N	G	K	K	C	D	C	C	M	N	C	N	F	C	-	B	B
O	O	K	K	C	D	C	C	O	D	A	A	H	C	O	-	B
P	P	P	P	P	L	P	P	M	D	E	P	F	P	P	P	-

Cuadro 28: Matriz de caminos P(13) - Cambios resaltados en azul

**3.3.14. Iteración 14 (k = 14) - Nodo intermedio: N**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	17	17	22	28	26	22	29	31	15	16	27	24	24	22	25
B	15	0	9	14	20	18	14	21	23	18	8	19	16	16	5	8
C	6	4	0	5	11	9	5	12	14	9	3	10	7	7	9	12
D	6	10	10	0	6	7	8	11	9	15	9	8	6	6	15	18
E	0	8	8	13	0	11	12	20	22	9	7	12	15	14	13	16
F	2	5	7	12	2	0	1	19	18	11	6	1	14	3	10	13
G	1	6	6	11	17	15	0	18	17	15	5	16	13	2	11	14
H	2	7	7	12	18	16	12	0	18	16	6	17	14	3	12	15
I	27	25	21	26	32	30	26	33	0	30	24	31	28	28	30	33
J	28	26	22	27	33	31	27	34	36	0	25	32	29	29	31	34
K	7	1	1	6	12	10	6	13	15	10	0	11	8	8	6	9
L	1	4	7	12	1	12	1	19	18	10	6	0	14	3	9	12
M	4	7	10	15	21	19	4	5	9	19	9	20	0	6	12	15
N	10	4	4	9	15	13	9	16	15	13	3	14	11	0	9	12
O	5	6	6	11	17	15	11	9	17	15	5	16	13	2	0	14
P	4	4	4	0	4	2	3	8	9	13	3	3	3	0	9	0

Cuadro 29: Matriz de distancias D(14) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	K	K	C	D	C	C	M	D	A	A	F	C	G	B	B
B	G	-	K	C	D	C	C	M	D	C	B	F	C	G	B	B
C	G	K	-	C	D	C	C	M	D	C	C	F	C	G	B	B
D	E	K	K	-	D	D	F	M	D	E	N	F	D	D	B	B
E	E	K	K	C	-	E	F	M	D	E	E	E	C	G	B	B
F	G	L	K	C	L	-	F	M	N	E	N	F	C	G	B	B
G	G	K	K	C	D	C	-	M	N	C	N	F	C	G	B	B
H	H	K	K	C	D	C	C	-	N	C	N	F	C	H	B	B
I	G	K	I	C	D	C	C	M	-	C	C	F	C	G	B	B
J	G	K	J	J	D	C	C	M	D	-	C	F	C	G	B	B
K	G	K	K	C	D	C	C	M	D	C	-	F	C	G	B	B
L	E	L	K	C	L	E	L	M	N	E	N	-	C	G	B	B
M	M	M	K	C	D	C	M	M	M	A	N	F	-	G	B	B
N	G	K	K	C	D	C	C	M	N	C	N	F	C	-	B	B
O	O	K	K	C	D	C	C	O	N	C	N	F	C	O	-	B
P	P	K	K	P	L	P	P	M	D	E	N	F	P	P	P	-

Cuadro 30: Matriz de caminos P(14) - Cambios resaltados en azul

**3.3.15. Iteración 15 (k = 15) - Nodo intermedio: O**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	17	17	22	28	26	22	29	31	15	16	27	24	24	22	25
B	10	0	9	14	20	18	14	14	22	18	8	19	16	7	5	8
C	6	4	0	5	11	9	5	12	14	9	3	10	7	7	9	12
D	6	10	10	0	6	7	8	11	9	15	9	8	6	6	15	18
E	0	8	8	13	0	11	12	20	22	9	7	12	15	14	13	16
F	2	5	7	12	2	0	1	19	18	11	6	1	14	3	10	13
G	1	6	6	11	17	15	0	18	17	15	5	16	13	2	11	14
H	2	7	7	12	18	16	12	0	18	16	6	17	14	3	12	15
I	27	25	21	26	32	30	26	33	0	30	24	31	28	28	30	33
J	28	26	22	27	33	31	27	34	36	0	25	32	29	29	31	34
K	7	1	1	6	12	10	6	13	15	10	0	11	8	8	6	9
L	1	4	7	12	1	12	1	18	18	10	6	0	14	3	9	12
M	4	7	10	15	21	19	4	5	9	19	9	20	0	6	12	15
N	10	4	4	9	15	13	9	16	15	13	3	14	11	0	9	12
O	5	6	6	11	17	15	11	9	17	15	5	16	13	2	0	14
P	4	4	4	0	4	2	3	8	9	13	3	3	3	0	9	0

Cuadro 31: Matriz de distancias D(15) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	K	K	C	D	C	C	M	D	A	A	F	C	G	B	B
B	O	-	K	C	D	C	C	O	N	C	B	F	C	O	B	B
C	G	K	-	C	D	C	C	M	D	C	C	F	C	G	B	B
D	E	K	K	-	D	D	F	M	D	E	N	F	D	D	B	B
E	E	K	K	C	-	E	F	M	D	E	E	E	C	G	B	B
F	G	L	K	C	L	-	F	M	N	E	N	F	C	G	B	B
G	G	K	K	C	D	C	-	M	N	C	N	F	C	G	B	B
H	H	K	K	C	D	C	C	-	N	C	N	F	C	H	B	B
I	G	K	I	C	D	C	C	M	-	C	C	F	C	G	B	B
J	G	K	J	J	D	C	C	M	D	-	C	F	C	G	B	B
K	G	K	K	C	D	C	C	M	D	C	-	F	C	G	B	B
L	E	L	K	C	L	E	L	O	N	E	N	-	C	G	B	B
M	M	M	K	C	D	C	M	M	M	A	N	F	-	G	B	B
N	G	K	K	C	D	C	C	M	N	C	N	F	C	-	B	B
O	O	K	K	C	D	C	C	O	N	C	N	F	C	O	-	B
P	P	K	K	P	L	P	P	M	D	E	N	F	P	P	P	-

Cuadro 32: Matriz de caminos P(15) - Cambios resaltados en azul

### 3.3.16. Iteración 16 (k = 16) - Nodo intermedio: P

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	17	17	22	28	26	22	29	31	15	16	27	24	24	22	25
B	10	0	9	8	12	10	11	14	17	18	8	11	11	7	5	8
C	6	4	0	5	11	9	5	12	14	9	3	10	7	7	9	12
D	6	10	10	0	6	7	8	11	9	15	9	8	6	6	15	18
E	0	8	8	13	0	11	12	20	22	9	7	12	15	14	13	16
F	2	5	7	12	2	0	1	19	18	11	6	1	14	3	10	13
G	1	6	6	11	17	15	0	18	17	15	5	16	13	2	11	14
H	2	7	7	12	18	16	12	0	18	16	6	17	14	3	12	15
I	27	25	21	26	32	30	26	33	0	30	24	31	28	28	30	33
J	28	26	22	27	33	31	27	34	36	0	25	32	29	29	31	34
K	7	1	1	6	12	10	6	13	15	10	0	11	8	8	6	9
L	1	4	7	12	1	12	1	18	18	10	6	0	14	3	9	12
M	4	7	10	15	19	17	4	5	9	19	9	18	0	6	12	15
N	10	4	4	9	15	13	9	16	15	13	3	14	11	0	9	12
O	5	6	6	11	17	15	11	9	17	15	5	16	13	2	0	14
P	4	4	4	0	4	2	3	8	9	13	3	3	3	0	9	0

Cuadro 33: Matriz de distancias D(16) - Cambios resaltados en verde

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	K	K	C	D	C	C	M	D	A	A	F	C	G	B	B
B	O	-	K	P	L	P	P	O	D	C	B	F	P	O	B	B
C	G	K	-	C	D	C	C	M	D	C	C	F	C	G	B	B
D	E	K	K	-	D	D	F	M	D	E	N	F	D	D	B	B
E	E	K	K	C	-	E	F	M	D	E	E	E	C	G	B	B
F	G	L	K	C	L	-	F	M	N	E	N	F	C	G	B	B
G	G	K	K	C	D	C	-	M	N	C	N	F	C	G	B	B
H	H	K	K	C	D	C	C	-	N	C	N	F	C	H	B	B
I	G	K	I	C	D	C	C	M	-	C	C	F	C	G	B	B
J	G	K	J	J	D	C	C	M	D	-	C	F	C	G	B	B
K	G	K	K	C	D	C	C	M	D	C	-	F	C	G	B	B
L	E	L	K	C	L	E	L	O	N	E	N	-	C	G	B	B
M	M	M	K	C	L	P	M	M	M	A	N	F	-	G	B	B
N	G	K	K	C	D	C	C	M	N	C	N	F	C	-	B	B
O	O	K	K	C	D	C	C	O	N	C	N	F	C	O	-	B
P	P	K	K	P	L	P	P	M	D	E	N	F	P	P	P	-

Cuadro 34: Matriz de caminos P(16) - Cambios resaltados en azul

## 4. Resultados Finales

### 4.1. Matriz de Distancias Final D(16)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	17	17	22	28	26	22	29	31	15	16	27	24	24	22	25
B	10	0	9	8	12	10	11	14	17	18	8	11	11	7	5	8
C	6	4	0	5	11	9	5	12	14	9	3	10	7	7	9	12
D	6	10	10	0	6	7	8	11	9	15	9	8	6	6	15	18
E	0	8	8	13	0	11	12	20	22	9	7	12	15	14	13	16
F	2	5	7	12	2	0	1	19	18	11	6	1	14	3	10	13
G	1	6	6	11	17	15	0	18	17	15	5	16	13	2	11	14
H	2	7	7	12	18	16	12	0	18	16	6	17	14	3	12	15
I	27	25	21	26	32	30	26	33	0	30	24	31	28	28	30	33
J	28	26	22	27	33	31	27	34	36	0	25	32	29	29	31	34
K	7	1	1	6	12	10	6	13	15	10	0	11	8	8	6	9
L	1	4	7	12	1	12	1	18	18	10	6	0	14	3	9	12
M	4	7	10	15	19	17	4	5	9	19	9	18	0	6	12	15
N	10	4	4	9	15	13	9	16	15	13	3	14	11	0	9	12
O	5	6	6	11	17	15	11	9	17	15	5	16	13	2	0	14
P	4	4	4	0	4	2	3	8	9	13	3	3	3	0	9	0

Cuadro 35: Matriz de distancias final D(16)

## 4.2. Matriz de Caminos Final P(16)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	-	K	K	C	D	C	C	M	D	A	A	F	C	G	B	B
B	O	-	K	P	L	P	P	O	D	C	B	F	P	O	B	B
C	G	K	-	C	D	C	C	M	D	C	C	F	C	G	B	B
D	E	K	K	-	D	D	F	M	D	E	N	F	D	D	B	B
E	E	K	K	C	-	E	F	M	D	E	E	E	C	G	B	B
F	G	L	K	C	L	-	F	M	N	E	N	F	C	G	B	B
G	G	K	K	C	D	C	-	M	N	C	N	F	C	G	B	B
H	H	K	K	C	D	C	C	-	N	C	N	F	C	H	B	B
I	G	K	I	C	D	C	C	M	-	C	C	F	C	G	B	B
J	G	K	J	J	D	C	C	M	D	-	C	F	C	G	B	B
K	G	K	K	C	D	C	C	M	D	C	-	F	C	G	B	B
L	E	L	K	C	L	E	L	O	N	E	N	-	C	G	B	B
M	M	M	K	C	L	P	M	M	M	A	N	F	-	G	B	B
N	G	K	K	C	D	C	C	M	N	C	N	F	C	-	B	B
O	O	K	K	C	D	C	C	O	N	C	N	F	C	O	-	B
P	P	K	K	P	L	P	P	M	D	E	N	F	P	P	P	-

Cuadro 36: Matriz de caminos final P(16)



### 4.3. Rutas Óptimas

- **A → B:** Distancia: 17, Ruta: A → K → B
  - **A → C:** Distancia: 17, Ruta: A → K → C
  - **A → D:** Distancia: 22, Ruta: A → K → C → D
  - **A → E:** Distancia: 28, Ruta: A → K → C → D → E
  - **A → F:** Distancia: 26, Ruta: A → K → C → F
  - **A → G:** Distancia: 22, Ruta: A → K → C → G
  - **A → H:** Distancia: 29, Ruta: A → K → C → M → H
  - **A → I:** Distancia: 31, Ruta: A → K → C → D → I
  - **A → J:** Distancia: 15, Ruta: A → J
  - **A → K:** Distancia: 16, Ruta: A → K
  - **A → L:** Distancia: 27, Ruta: A → K → C → F → L
  - **A → M:** Distancia: 24, Ruta: A → K → C → M
  - **A → N:** Distancia: 24, Ruta: A → K → C → G → N
  - **A → O:** Distancia: 22, Ruta: A → K → B → O
  - **A → P:** Distancia: 25, Ruta: A → K → B → P
  - **B → A:** Distancia: 10, Ruta: B → O → A
  - **B → C:** Distancia: 9, Ruta: B → K → C
  - **B → D:** Distancia: 8, Ruta: B → P → D
  - **B → E:** Distancia: 12, Ruta: B → P → F → L → E
  - **B → F:** Distancia: 10, Ruta: B → P → F
  - **B → G:** Distancia: 11, Ruta: B → P → G
  - **B → H:** Distancia: 14, Ruta: B → O → H
  - **B → I:** Distancia: 17, Ruta: B → P → D → I
  - **B → J:** Distancia: 18, Ruta: B → K → C → J
  - **B → K:** Distancia: 8, Ruta: B → K
  - **B → L:** Distancia: 11, Ruta: B → P → F → L
-

- **B → M:** Distancia: 11, Ruta: B → P → M
  - **B → N:** Distancia: 7, Ruta: B → O → N
  - **B → O:** Distancia: 5, Ruta: B → O
  - **B → P:** Distancia: 8, Ruta: B → P
  - **C → A:** Distancia: 6, Ruta: C → G → A
  - **C → B:** Distancia: 4, Ruta: C → K → B
  - **C → D:** Distancia: 5, Ruta: C → D
  - **C → E:** Distancia: 11, Ruta: C → D → E
  - **C → F:** Distancia: 9, Ruta: C → F
  - **C → G:** Distancia: 5, Ruta: C → G
  - **C → H:** Distancia: 12, Ruta: C → M → H
  - **C → I:** Distancia: 14, Ruta: C → D → I
  - **C → J:** Distancia: 9, Ruta: C → J
  - **C → K:** Distancia: 3, Ruta: C → K
  - **C → L:** Distancia: 10, Ruta: C → F → L
  - **C → M:** Distancia: 7, Ruta: C → M
  - **C → N:** Distancia: 7, Ruta: C → G → N
  - **C → O:** Distancia: 9, Ruta: C → K → B → O
  - **C → P:** Distancia: 12, Ruta: C → K → B → P
  - **D → A:** Distancia: 6, Ruta: D → E → A
  - **D → B:** Distancia: 10, Ruta: D → N → K → B
  - **D → C:** Distancia: 10, Ruta: D → N → K → C
  - **D → E:** Distancia: 6, Ruta: D → E
  - **D → F:** Distancia: 7, Ruta: D → F
  - **D → G:** Distancia: 8, Ruta: D → F → G
  - **D → H:** Distancia: 11, Ruta: D → M → H
  - **D → I:** Distancia: 9, Ruta: D → I
-

- **D → J:** Distancia: 15, Ruta: D → E → J
  - **D → K:** Distancia: 9, Ruta: D → N → K
  - **D → L:** Distancia: 8, Ruta: D → F → L
  - **D → M:** Distancia: 6, Ruta: D → M
  - **D → N:** Distancia: 6, Ruta: D → N
  - **D → O:** Distancia: 15, Ruta: D → N → K → B → O
  - **D → P:** Distancia: 18, Ruta: D → N → K → B → P
  - **E → A:** Distancia: 0, Ruta: E → A
  - **E → B:** Distancia: 8, Ruta: E → K → B
  - **E → C:** Distancia: 8, Ruta: E → K → C
  - **E → D:** Distancia: 13, Ruta: E → K → C → D
  - **E → F:** Distancia: 11, Ruta: E → F
  - **E → G:** Distancia: 12, Ruta: E → F → G
  - **E → H:** Distancia: 20, Ruta: E → K → C → M → H
  - **E → I:** Distancia: 22, Ruta: E → K → C → D → I
  - **E → J:** Distancia: 9, Ruta: E → J
  - **E → K:** Distancia: 7, Ruta: E → K
  - **E → L:** Distancia: 12, Ruta: E → L
  - **E → M:** Distancia: 15, Ruta: E → K → C → M
  - **E → N:** Distancia: 14, Ruta: E → F → G → N
  - **E → O:** Distancia: 13, Ruta: E → K → B → O
  - **E → P:** Distancia: 16, Ruta: E → K → B → P
  - **F → A:** Distancia: 2, Ruta: F → G → A
  - **F → B:** Distancia: 5, Ruta: F → L → B
  - **F → C:** Distancia: 7, Ruta: F → G → N → K → C
  - **F → D:** Distancia: 12, Ruta: F → G → N → K → C → D
  - **F → E:** Distancia: 2, Ruta: F → L → E
-

- **F → G:** Distancia: 1, Ruta:  $F \rightarrow G$
  - **F → H:** Distancia: 19, Ruta:  $F \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow M \rightarrow H$
  - **F → I:** Distancia: 18, Ruta:  $F \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow I$
  - **F → J:** Distancia: 11, Ruta:  $F \rightarrow L \rightarrow E \rightarrow J$
  - **F → K:** Distancia: 6, Ruta:  $F \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow K$
  - **F → L:** Distancia: 1, Ruta:  $F \rightarrow L$
  - **F → M:** Distancia: 14, Ruta:  $F \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow M$
  - **F → N:** Distancia: 3, Ruta:  $F \rightarrow G \rightarrow N$
  - **F → O:** Distancia: 10, Ruta:  $F \rightarrow L \rightarrow B \rightarrow O$
  - **F → P:** Distancia: 13, Ruta:  $F \rightarrow L \rightarrow B \rightarrow P$
  - **G → A:** Distancia: 1, Ruta:  $G \rightarrow A$
  - **G → B:** Distancia: 6, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow B$
  - **G → C:** Distancia: 6, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C$
  - **G → D:** Distancia: 11, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow D$
  - **G → E:** Distancia: 17, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$
  - **G → F:** Distancia: 15, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow F$
  - **G → H:** Distancia: 18, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow M \rightarrow H$
  - **G → I:** Distancia: 17, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow I$
  - **G → J:** Distancia: 15, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow J$
  - **G → K:** Distancia: 5, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K$
  - **G → L:** Distancia: 16, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow L$
  - **G → M:** Distancia: 13, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow M$
  - **G → N:** Distancia: 2, Ruta:  $G \rightarrow N$
  - **G → O:** Distancia: 11, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow B \rightarrow O$
  - **G → P:** Distancia: 14, Ruta:  $G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow B \rightarrow P$
  - **H → A:** Distancia: 2, Ruta:  $H \rightarrow A$
  - **H → B:** Distancia: 7, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow B$
-

- $H \rightarrow C$ : Distancia: 7, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C$
  - $H \rightarrow D$ : Distancia: 12, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow D$
  - $H \rightarrow E$ : Distancia: 18, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$
  - $H \rightarrow F$ : Distancia: 16, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow F$
  - $H \rightarrow G$ : Distancia: 12, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow G$
  - $H \rightarrow I$ : Distancia: 18, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow I$
  - $H \rightarrow J$ : Distancia: 16, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow J$
  - $H \rightarrow K$ : Distancia: 6, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K$
  - $H \rightarrow L$ : Distancia: 17, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow L$
  - $H \rightarrow M$ : Distancia: 14, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow M$
  - $H \rightarrow N$ : Distancia: 3, Ruta:  $H \rightarrow N$
  - $H \rightarrow O$ : Distancia: 12, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow B \rightarrow O$
  - $H \rightarrow P$ : Distancia: 15, Ruta:  $H \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow B \rightarrow P$
  - $I \rightarrow A$ : Distancia: 27, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow A$
  - $I \rightarrow B$ : Distancia: 25, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow K \rightarrow B$
  - $I \rightarrow C$ : Distancia: 21, Ruta:  $I \rightarrow C$
  - $I \rightarrow D$ : Distancia: 26, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow D$
  - $I \rightarrow E$ : Distancia: 32, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$
  - $I \rightarrow F$ : Distancia: 30, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow F$
  - $I \rightarrow G$ : Distancia: 26, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow G$
  - $I \rightarrow H$ : Distancia: 33, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow M \rightarrow H$
  - $I \rightarrow J$ : Distancia: 30, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow J$
  - $I \rightarrow K$ : Distancia: 24, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow K$
  - $I \rightarrow L$ : Distancia: 31, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow L$
  - $I \rightarrow M$ : Distancia: 28, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow M$
  - $I \rightarrow N$ : Distancia: 28, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow N$
  - $I \rightarrow O$ : Distancia: 30, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow K \rightarrow B \rightarrow O$
-

- **I → P:** Distancia: 33, Ruta:  $I \rightarrow C \rightarrow K \rightarrow B \rightarrow P$
  - **J → A:** Distancia: 28, Ruta:  $J \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow A$
  - **J → B:** Distancia: 26, Ruta:  $J \rightarrow C \rightarrow K \rightarrow B$
  - **J → C:** Distancia: 22, Ruta:  $J \rightarrow C$
  - **J → D:** Distancia: 27, Ruta:  $J \rightarrow D$
  - **J → E:** Distancia: 33, Ruta:  $J \rightarrow D \rightarrow E$
  - **J → F:** Distancia: 31, Ruta:  $J \rightarrow C \rightarrow F$
  - **J → G:** Distancia: 27, Ruta:  $J \rightarrow C \rightarrow G$
  - **J → H:** Distancia: 34, Ruta:  $J \rightarrow C \rightarrow M \rightarrow H$
  - **J → I:** Distancia: 36, Ruta:  $J \rightarrow D \rightarrow I$
  - **J → K:** Distancia: 25, Ruta:  $J \rightarrow C \rightarrow K$
  - **J → L:** Distancia: 32, Ruta:  $J \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow L$
  - **J → M:** Distancia: 29, Ruta:  $J \rightarrow C \rightarrow M$
  - **J → N:** Distancia: 29, Ruta:  $J \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow N$
  - **J → O:** Distancia: 31, Ruta:  $J \rightarrow C \rightarrow K \rightarrow B \rightarrow O$
  - **J → P:** Distancia: 34, Ruta:  $J \rightarrow C \rightarrow K \rightarrow B \rightarrow P$
  - **K → A:** Distancia: 7, Ruta:  $K \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow A$
  - **K → B:** Distancia: 1, Ruta:  $K \rightarrow B$
  - **K → C:** Distancia: 1, Ruta:  $K \rightarrow C$
  - **K → D:** Distancia: 6, Ruta:  $K \rightarrow C \rightarrow D$
  - **K → E:** Distancia: 12, Ruta:  $K \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$
  - **K → F:** Distancia: 10, Ruta:  $K \rightarrow C \rightarrow F$
  - **K → G:** Distancia: 6, Ruta:  $K \rightarrow C \rightarrow G$
  - **K → H:** Distancia: 13, Ruta:  $K \rightarrow C \rightarrow M \rightarrow H$
  - **K → I:** Distancia: 15, Ruta:  $K \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow I$
  - **K → J:** Distancia: 10, Ruta:  $K \rightarrow C \rightarrow J$
  - **K → L:** Distancia: 11, Ruta:  $K \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow L$
-

- **K → M:** Distancia: 8, Ruta:  $K \rightarrow C \rightarrow M$
  - **K → N:** Distancia: 8, Ruta:  $K \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow N$
  - **K → O:** Distancia: 6, Ruta:  $K \rightarrow B \rightarrow O$
  - **K → P:** Distancia: 9, Ruta:  $K \rightarrow B \rightarrow P$
  - **L → A:** Distancia: 1, Ruta:  $L \rightarrow E \rightarrow A$
  - **L → B:** Distancia: 4, Ruta:  $L \rightarrow B$
  - **L → C:** Distancia: 7, Ruta:  $L \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C$
  - **L → D:** Distancia: 12, Ruta:  $L \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow D$
  - **L → E:** Distancia: 1, Ruta:  $L \rightarrow E$
  - **L → F:** Distancia: 12, Ruta:  $L \rightarrow E \rightarrow F$
  - **L → G:** Distancia: 1, Ruta:  $L \rightarrow G$
  - **L → H:** Distancia: 18, Ruta:  $L \rightarrow B \rightarrow O \rightarrow H$
  - **L → I:** Distancia: 18, Ruta:  $L \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow I$
  - **L → J:** Distancia: 10, Ruta:  $L \rightarrow E \rightarrow J$
  - **L → K:** Distancia: 6, Ruta:  $L \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow K$
  - **L → M:** Distancia: 14, Ruta:  $L \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow M$
  - **L → N:** Distancia: 3, Ruta:  $L \rightarrow G \rightarrow N$
  - **L → O:** Distancia: 9, Ruta:  $L \rightarrow B \rightarrow O$
  - **L → P:** Distancia: 12, Ruta:  $L \rightarrow B \rightarrow P$
  - **M → A:** Distancia: 4, Ruta:  $M \rightarrow A$
  - **M → B:** Distancia: 7, Ruta:  $M \rightarrow B$
  - **M → C:** Distancia: 10, Ruta:  $M \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C$
  - **M → D:** Distancia: 15, Ruta:  $M \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow D$
  - **M → E:** Distancia: 19, Ruta:  $M \rightarrow B \rightarrow P \rightarrow F \rightarrow L \rightarrow E$
  - **M → F:** Distancia: 17, Ruta:  $M \rightarrow B \rightarrow P \rightarrow F$
  - **M → G:** Distancia: 4, Ruta:  $M \rightarrow G$
  - **M → H:** Distancia: 5, Ruta:  $M \rightarrow H$
-

- $M \rightarrow I$ : Distancia: 9, Ruta:  $M \rightarrow I$
  - $M \rightarrow J$ : Distancia: 19, Ruta:  $M \rightarrow A \rightarrow J$
  - $M \rightarrow K$ : Distancia: 9, Ruta:  $M \rightarrow G \rightarrow N \rightarrow K$
  - $M \rightarrow L$ : Distancia: 18, Ruta:  $M \rightarrow B \rightarrow P \rightarrow F \rightarrow L$
  - $M \rightarrow N$ : Distancia: 6, Ruta:  $M \rightarrow G \rightarrow N$
  - $M \rightarrow O$ : Distancia: 12, Ruta:  $M \rightarrow B \rightarrow O$
  - $M \rightarrow P$ : Distancia: 15, Ruta:  $M \rightarrow B \rightarrow P$
  - $N \rightarrow A$ : Distancia: 10, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow G \rightarrow A$
  - $N \rightarrow B$ : Distancia: 4, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow B$
  - $N \rightarrow C$ : Distancia: 4, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow C$
  - $N \rightarrow D$ : Distancia: 9, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow D$
  - $N \rightarrow E$ : Distancia: 15, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$
  - $N \rightarrow F$ : Distancia: 13, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow F$
  - $N \rightarrow G$ : Distancia: 9, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow G$
  - $N \rightarrow H$ : Distancia: 16, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow M \rightarrow H$
  - $N \rightarrow I$ : Distancia: 15, Ruta:  $N \rightarrow I$
  - $N \rightarrow J$ : Distancia: 13, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow J$
  - $N \rightarrow K$ : Distancia: 3, Ruta:  $N \rightarrow K$
  - $N \rightarrow L$ : Distancia: 14, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow L$
  - $N \rightarrow M$ : Distancia: 11, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow M$
  - $N \rightarrow O$ : Distancia: 9, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow B \rightarrow O$
  - $N \rightarrow P$ : Distancia: 12, Ruta:  $N \rightarrow K \rightarrow B \rightarrow P$
  - $O \rightarrow A$ : Distancia: 5, Ruta:  $O \rightarrow A$
  - $O \rightarrow B$ : Distancia: 6, Ruta:  $O \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow B$
  - $O \rightarrow C$ : Distancia: 6, Ruta:  $O \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C$
  - $O \rightarrow D$ : Distancia: 11, Ruta:  $O \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow D$
  - $O \rightarrow E$ : Distancia: 17, Ruta:  $O \rightarrow N \rightarrow K \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$
-



- **O → F:** Distancia: 15, Ruta: O → N → K → C → F
  - **O → G:** Distancia: 11, Ruta: O → N → K → C → G
  - **O → H:** Distancia: 9, Ruta: O → H
  - **O → I:** Distancia: 17, Ruta: O → N → I
  - **O → J:** Distancia: 15, Ruta: O → N → K → C → J
  - **O → K:** Distancia: 5, Ruta: O → N → K
  - **O → L:** Distancia: 16, Ruta: O → N → K → C → F → L
  - **O → M:** Distancia: 13, Ruta: O → N → K → C → M
  - **O → N:** Distancia: 2, Ruta: O → N
  - **O → P:** Distancia: 14, Ruta: O → N → K → B → P
  - **P → A:** Distancia: 4, Ruta: P → A
  - **P → B:** Distancia: 4, Ruta: P → N → K → B
  - **P → C:** Distancia: 4, Ruta: P → N → K → C
  - **P → D:** Distancia: 0, Ruta: P → D
  - **P → E:** Distancia: 4, Ruta: P → F → L → E
  - **P → F:** Distancia: 2, Ruta: P → F
  - **P → G:** Distancia: 3, Ruta: P → G
  - **P → H:** Distancia: 8, Ruta: P → M → H
  - **P → I:** Distancia: 9, Ruta: P → D → I
  - **P → J:** Distancia: 13, Ruta: P → F → L → E → J
  - **P → K:** Distancia: 3, Ruta: P → N → K
  - **P → L:** Distancia: 3, Ruta: P → F → L
  - **P → M:** Distancia: 3, Ruta: P → M
  - **P → N:** Distancia: 0, Ruta: P → N
  - **P → O:** Distancia: 9, Ruta: P → O
-