

Universidad Politecnica Salesiana

Programación de algoritmos con conexión a neo4j.

Nombre: Angel Jadan

Fecha: 31/01/2021

In [90]:

```
1 from neo4j import GraphDatabase
2
3 driver = GraphDatabase.driver(uri, auth=('neo4j', 'pass'))
4 session = driver.session(database="system")
5 session = driver.session()
6
7 '''Algoritmo A*'''
8 def algaestrella(lugar):
9     result = session.run("""CALL gds.alpha.allShortestPaths.stream({
10     nodeProjection: '""'+lugar+""',
11     relationshipProjection: {
12         ROAD: {
13             type: 'DISTANCIA',
14             properties: 'distancia'
15         }
16     },
17     relationshipWeightProperty: 'distancia'
18 })
19 YIELD sourceNodeId, targetNodeId, distance
20 WITH sourceNodeId, targetNodeId, distance
21 WHERE gds.util.isFinite(distance) = true
22
23 MATCH (source:""'+lugar+""') WHERE id(source) = sourceNodeId
24 MATCH (target:""'+lugar+""') WHERE id(target) = targetNodeId
25 WITH source, target, distance WHERE source <> target
26
27 RETURN source.name AS source, target.name AS target, distance
28 ORDER BY distance DESC, source ASC, target ASC
29 LIMIT 10""")
30     #print(result)
31     for record in result:
32         print("Origen => "+record["source"]+" | Destino => "+record["target"]+" | Dist
33
34     #names = [record["source"] for record in result]
35
36     #print(names)
37     session.close()
38     driver.close()
39
40 '''Algoritmo de la ruta mas corta'''
41 def rutamascorta(origen, destino):
42     result = session.run("""MATCH (start:Lugar {name: '""'+origen+""'}), (end:Lugar {
43     CALL gds.alpha.shortestPath.stream({
44         nodeProjection: 'Lugar',
45         relationshipProjection: {
46             ROAD: {
47                 type: 'DISTANCIA',
48                 properties: 'distancia',
49                 orientation: 'UNDIRECTED'
50             }
51         },
52         startNode: start,
53         endNode: end,
54         relationshipWeightProperty: 'distancia'
55     })
56     YIELD nodeId, cost
57     RETURN gds.util.asNode(nodeId).name AS name, cost""")
58     #print(result)
59     for record in result:
```

```

60         print("Origen => "+record["name"]+" | Costo => "+str(record["cost"]))
61
62     #names = [record["source"] for record in result]
63
64     #print(names)
65     session.close()
66     driver.close()
67
68     '''Funcion para crear el catalogo para correr algoritmos'''
69     def crear_catalogo():
70         result = session.run("""CALL gds.graph.create('myGraph', 'Lugar', 'DISTANCIA', { r
71
72         session.close()
73         driver.close()
74
75     '''Algoritmo de amplitud'''
76     def algalplitud(nombreNodo,lugar):
77         result = session.run("""MATCH ("""+nombreNodo+""":Lugar{name:'"""+lugar+""'})
78     WITH id("""+nombreNodo+""") AS startNode
79     CALL gds.alpha.bfs.stream('myGraph', {startNode: startNode})
80     YIELD path
81     UNWIND [ n in nodes(path) | n.name ] AS names
82     RETURN names
83     ORDER BY names""")
84         #print(result)
85         for record in result:
86             print("Ruta => "+record["names"])
87
88         #names = [record["source"] for record in result]
89
90         #print(names)
91         session.close()
92         driver.close()
93
94     '''Algoritmo de profundidad'''
95     def algprofundidad(nombreNodoOrigen,lugarOrigen,nombreNodoDestino, lugarDestino):
96
97         result = session.run("""MATCH ("""+nombreNodoOrigen+""":Lugar{name:'"""+lugarOrige
98         ("""+nombreNodoDestino+""":Lugar{name:'"""+lugarDestino+""'})
99     WITH id("""+nombreNodoOrigen+""") AS startNode, [id("""+nombreNodoDestino+""")] AS tar
100     CALL gds.alpha.dfs.stream('myGraph', {startNode: startNode, targetNodes: targetNodes})
101     YIELD path
102     UNWIND [ n in nodes(path) | n.name ] AS names
103     RETURN names
104     ORDER BY names""")
105         #print(result)
106         for record in result:
107             print("Ruta => "+record["names"])
108
109         #names = [record["source"] for record in result]
110
111         #print(names)
112         session.close()
113         driver.close()
114

```

Ejecucion de algoritmos, con ingresos de parametros

Algoritmo de A*

In [63]:

```
1 algaestrella('Lugar')
```

```
Origen => Parque San Jose | Destino => Pisicina Roquetas De Mar | Distancia=> 22.67
Origen => El Shaddai Iglesia Cristiana | Destino => Iglesia Evangélica Apostólica del Nombre de Jesús | Distancia=> 22.130000000000003
Origen => El Shaddai Iglesia Cristiana | Destino => Iglesia Católica Inmaculada Concepción | Distancia=> 21.940000000000005
Origen => El Shaddai Iglesia Cristiana | Destino => Iglesia Evangélica Atrios de Alabanzas | Distancia=> 20.310000000000002
Origen => Iglesia MDS Durán | Destino => Iglesia Evangélica Apostólica del Nombre de Jesús | Distancia=> 20.03
Origen => El Shaddai Iglesia Cristiana | Destino => La Iglesia de Jesucristo SUD Capilla Ponton | Distancia=> 20.01
Origen => Iglesia MDS Durán | Destino => Iglesia Católica Inmaculada Concepción | Distancia=> 19.840000000000003
Origen => El Shaddai Iglesia Cristiana | Destino => Iglesia Evangelica "La Resurreccion" | Distancia=> 19.610000000000003
Origen => Parque Primavera | Destino => Pisicina Roquetas De Mar | Distancia=> 19.43
Origen => Piscina Aliss | Destino => Pisicina Roquetas De Mar | Distancia=> 19.04
```

Algoritmo de la ruta mas corta

In [64]:

```
1 rutamascorta('Piscina Aliss','Coop De Transporte PRESIDENTE Eloy Alfaro')
```

```
Origen => Piscina Aliss | Costo => 0.0
Origen => Iglesia MDS Durán | Costo => 3.46
Origen => Estación de la aerovia Durán | Costo => 4.38
Origen => Coop De Transporte PRESIDENTE Eloy Alfaro | Costo => 5.58
```

creacion de catalogo para algoritmos

In [82]:

```
1 crear_catologo()
```

Algoritmo de amplitud

In [83]:

```
1 algaplitud('piscinaaliss', 'Piscina Aliss')
```

```
Ruta => AEROVÍA DURÁN
Ruta => Areas verdes
Ruta => Artes Graficas Senefelder
Ruta => Asamblea de Iglesias Cristianas Central
Ruta => COOPERATIVA DE TRANSPORTE RIRCAY
Ruta => Canchas de Indor
Ruta => Cantera cerro grande
Ruta => Centro de Salud Tipo C El Recreo
Ruta => Clinica Moreno
Ruta => Concatedral Santuario Católico Divino Niño
Ruta => Coop De Transporte PRESIDENTE Eloy Alfaro
Ruta => Cooperativa De Transportes Ecuador
Ruta => Cooperativas Mariscal Sucre Trans S.A.N.
Ruta => El Shaddai Iglesia Cristiana
Ruta => Estación de la aerovia Durán
Ruta => Hospital General De 120 Camas - Durán
Ruta => Hotel La Ría Durán
Ruta => Iglesia Adventista Del 7mo Dia Los Helechos
Ruta => Iglesia Católica Inmaculada Concepción
Ruta => Iglesia Católica San Gabriel Arcángel - Durán
Ruta => Iglesia Católica Santa María Reina de las Familias
Ruta => Iglesia Evangelica "La Resurreccion"
Ruta => Iglesia Evangélica Apostólica del Nombre de Jesús
Ruta => Iglesia Evangélica Atrios de Alabanzas
Ruta => Iglesia MDS Durán
Ruta => Iglesia de dios duran
Ruta => Iglesia duran
Ruta => La Iglesia de Jesucristo SUD Capilla Ponton
Ruta => Local Iglesia de Dios en Duran
Ruta => Medigroup
Ruta => Parque
Ruta => Parque Acuatico Heroes Nacionales
Ruta => Parque Colinas Del Valle
Ruta => Parque De La 5ta Etapa
Ruta => Parque Ecologico Duran
Ruta => Parque Primavera
Ruta => Parque Primavera 2
Ruta => Parque San Jose
Ruta => Parque a la Madre
Ruta => Parque cdla. 16 de octubre
Ruta => Parque cdla. Modular
Ruta => Parque de la primavera 1
Ruta => Parque recreacional Cdla. Rio Guayas
Ruta => Parroquia 5 de Junio Durán
Ruta => Parroquia Jesús del Gran Poder
Ruta => Piscina Aliss
Ruta => Pisicina Roquetas De Mar
Ruta => Primer Parque 4ta Et. Recreo
Ruta => Skate Municipal De Durán prima. 2
Ruta => Terminal Terrestre de Durán "Luis Rodas Toral"
```

Algoritmo de profundidad

In [91]:

```
1 algprofundidad('piscinaaliss','Piscina Aliss','coopdetransportepresidenteeloyalfaro',
```

Ruta => AEROVÍA DURÁN

Ruta => Coop De Transporte PRESIDENTE Eloy Alfaro

Ruta => Estación de la aerovia Durán

Ruta => Iglesia MDS Durán

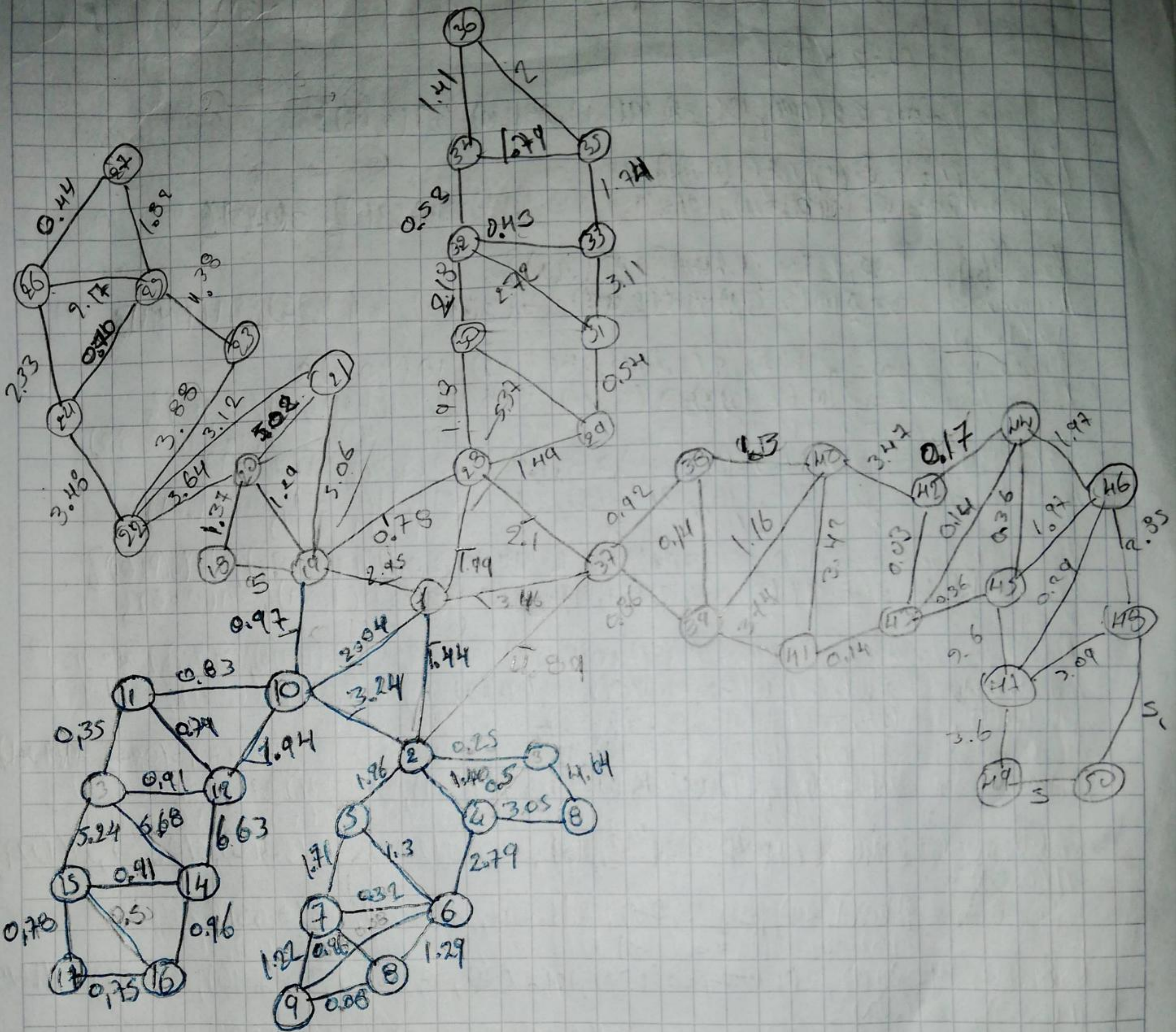
Ruta => Piscina Aliss

In []:

```
1
```


- 1 Piscina Bliss
- 2 Parque San Jose
- 3 Parque cda Modular
- 4 Parque cda 16 de octubre
- 5 Parque acotico Heroes Nacionales
- 6 Parque la primavera 1
- 7 Parque recreacional cda Rio Guayas
- 8 Parque de la madre
- 9 Parque colonias del Valle
- 10 Parque primavera
- 11 Skate Municipal De Duran pista 2.
- 12 Parque ecologico Duran
- 13 Parque Primavera 2
- 14 Cantina Cero Grande
- 15 Primer Parque Alta El recio.
- 16 Parque Canchas de indor
- 17 Parque de la Sta Clara
- 18 Reserva Natural Aves Urdos
- 19 Parque
- 20 Hotel La Ría Duran
- 21 Iglesia de Dios Duran
- 22 Iglesia Catolica Santa Maria Reina de las Familias.
- 23 La Iglesia de Jesucristo S.D. Capilla Ponton.
- 24 Iglesia Evangelica "La Resurreccion"
- 25 Iglesia Evangelica Atros de Albarraza.
- 26 Iglesia Catolica Inmaculada Concepcion
- 27 Iglesia Evangelica Apostolica del Nombre de Jesus
- 28 El Shaddai Iglesia Cristiana
- 29 Barria 5 de Santo Duran.
- 30 Iglesia Catolica San Gabriel Arcangel-Duran.
- 31 Local Iglesia de Dios en Duran
- 32 Puntico Jesus del Gran Poder.
- 33 Asamblea de Iglesias Cristianas Central
- 34 Iglesia Adventista del Tercer Dia de los Hechos.
- 35 Concatedral Santuario Catolico Duran Nino
- 36 Iglesia duran.
- 37 Iglesia MDS Duran
- 38 Estacion de la aerovia Duran.
- 39 Aerovia Duran.
- 40 Coop. Poesd. Play Alvaro.
- 41 Terminal terrestre Duran "Luis Robstau"
- 42 Cooperativa de Transportes Ecuador.
- 43 Coop. Marisa (Sue Trans. S.A.N.
- 44 Coop. Tiana Miray
- 45 Medigrup.
- 46 Centro de Salud Tipo C El Perro

47. Clinica Morena.
- 48 Hospital General de RO. Camar-Duran
49. Artes Graficas Sone + el der.
50. Piscina Piqueta de alar.



Algoritmo de menor costo.
Origen: Piscina, Aliss. Destino: Mo. Cop. Prod. Ely Alfaró

Nodo Visitados = { 1(0) }

Listado Nodos = { 2(1.44), 10(2.04), 19(2.95), 28(1.99), 37(3.46) }

Nodos Visitados = { 1(0), 2(1.44) }

Listado Nodos = { 10(2.04), 19(2.95), 28(1.99), 37(3.46), 3(0.95) }

Nodos Visitados = { 1(0), 2(1.44), 28(1.99) }

Listado Nodos = { 10(2.04), 19(2.95), 37(3.46), 3(0.95), 29(1.49) }

Nodos Visitados = { 1(0), 2(1.44), 28(1.99), 10(2.04) }

Listado Nodos = { 19(2.95), 37(3.46), 3(0.95), 29(1.49), 11(0.83) }

Nodos Visitados = { 1(0), 2(1.44), 28(1.99), 10(2.04), 19(2.95) }

Listado Nodos = { 37(3.46), 3(0.95), 29(1.49), 11(0.83), 20(1.29) }

Nodos Visitados = { 1(0), 2(1.44), 28(1.99), 10(2.04), 19(2.95), 37(3.46) }

Listado Nodos = { 3(0.95), 29(1.49), 11(0.83), 20(1.29), 39(0.86) }

Nodos Visitados = { 1(0), 2(1.44), 28(1.99), 10(2.04), 19(2.95), 37(3.46), 3(0.95) }

Listado Nodos = { 29(1.49), 11(0.83), 20(1.29), 39(0.86), 7(1.71) }

Nodos Visitados = { 1(0), 2(1.44), 28(1.99), 10(2.04), 19(2.95), 37(3.46), 3(0.95), 29(1.49) }

Listado Nodos = { 11(0.83), 20(1.29), 39(0.86), 7(1.71), 31(0.54) }

Nodos Visitados = { 1(0), 2(1.44), 28(1.99), 10(2.04), 19(2.95), 37(3.46), 3(0.95), 29(1.49), 11(0.83) }

Listado Nodos = { 20(1.29), 39(0.86), 7(1.71), 31(0.54), 13(0.35) }

Nodos Visitados = { 1(0), 2(1.44), 28(1.99), 10(2.04), 19(2.95), 37(3.46), 3(0.95), 29(1.49), 11(0.83), 20(1.29) }

Listado Nodos = { 39(0.86), 7(1.71), 31(0.54), 13(0.35), 22(3.64) }

Nodos Visitados = { 1(0), 2(1.44), 28(1.99), 10(2.04), 19(2.95), 37(3.46), 3(0.95), 29(1.49), 11(0.83), 20(1.29), 39(0.86) }

Listado Nodos = { 7(1.71), 31(0.54), 13(0.35), 22(3.64), 40(1.16) }

Nodo Meta = 40(1.16)

Solución \Rightarrow { 1(0), 37(3.46), 39(0.86), 40(1.16) }

Algoritmo de amplitud
Origen: (1) Piscina Alis Destino: 40 Coop. Food. Elav, Alperu

Nodos Visitados = { 1 }
Lista de Nodos = { 2, 10, 19, 28, 37 }

Nodos Visitados = { 1, 2 }
Lista de Nodos = { 10, 19, 28, 37, 3, 4, 5 }

Nodos Visitados = { 1, 2, 10 }
Lista de Nodos = { 19, 28, 37, 3, 4, 5, 11, 12 }

Nodos Visitados = { 1, 2, 10, 37 }
Lista de Nodos = { 19, 28, 3, 4, 5, 11, 12, 38, 39 }

Nodos Visitados = { 1, 2, 10, 37, 19 }
Lista de Nodos = { 28, 3, 4, 5, 11, 12, 38, 39, 18, 20, 21 }

Nodos Visitados = { 1, 2, 10, 37, 19, 28 }
Lista de Nodos = { 3, 4, 5, 11, 12, 38, 39, 18, 20, 21, 29, 30 }

Nodos Visitados = { 1, 2, 10, 37, 19, 28, 3 }
Lista de Nodos = { 4, 5, 11, 12, 38, 39, 18, 20, 21, 29, 30, 8 }

Nodos Visitados = { 1, 2, 10, 37, 19, 28, 3, 4 }
Lista de Nodos = { 5, 11, 12, 38, 39, 18, 20, 21, 29, 30, 8, 6 }

Nodos Visitados = { 1, 2, 10, 37, 19, 28, 3, 4, 5 }
Lista de Nodos = { 11, 12, 38, 39, 18, 20, 21, 29, 30, 8, 6, 7 }

Nodos Visitados = { 1, 2, 10, 37, 19, 28, 3, 4, 5, 12 }
Lista de Nodos = { 11, 38, 39, 18, 20, 21, 29, 30, 8, 6, 7, 14 }

Nodos Visitados = { 1, 2, 10, 37, 19, 28, 3, 4, 5, 12, 11 }
Lista de Nodos = { 38, 39, 18, 20, 21, 29, 30, 8, 6, 7, 14, 13 }

Nodos Visitados = { 1, 2, 10, 37, 19, 28, 3, 4, 5, 12, 11, 38 }
Lista de Nodos = { 39, 18, 20, 21, 29, 30, 8, 6, 7, 14, 10 }

Nodo Meta.

Solución = { 1, 37, 38, 40 }

Algoritmo de profundidad

Origen: 1) Piscina Aliss

Destino: 40) Coop. Presd. Eloy Alfaro

- Coste del Camino = $\{ 1.44 \}$
- Pila = $\{ 2, 1 \}$
- Visitados = $\{ 1, 2 \}$
- Coste del Camino = $\{ 1.44 + 0.25 = 1.69 \}$
- Pila = $\{ 3, 2, 1 \}$
- Visitados = $\{ 1, 2, 3 \}$
- Coste del camino = $\{ 1.44 + 0.25 + 0.5 = 2.19 \}$
- Pila = $\{ 4, 3, 2, 1 \}$
- Visitados = $\{ 1, 2, 3, 4 \}$
- Coste del camino = $\{ 1.44 + 0.25 + 0.5 + 2.79 = 4.98 \}$
- Pila = $\{ 6, 4, 3, 2, 1 \}$
- Visitados = $\{ 1, 2, 3, 4, 6 \}$
- Coste del camino = $\{ 1.44 + 0.25 + 1.96 = 3.65 \}$
- Pila = $\{ 5, 4, 3, 2, 1 \}$
- Visitados = $\{ 1, 2, 5 \}$
- Coste del camino = $\{ 1.44 + 0.25 + 1.96 + 1.71 = 5.36 \}$
- Pila = $\{ 7, 5, 2, 1 \}$
- Visitados = $\{ 4, 2, 5, 7 \}$
- Coste del camino = $\{ 1.44 + 0.25 + 1.96 + 1.71 + 1.99 = 6.55 \}$
- Pila = $\{ 9, 7, 5, 2, 1 \}$
- Visitados = $\{ 1, 4, 5, 7, 9 \}$
- Coste del camino = $\{ 1.99 \}$
- Pila = $\{ 28, 1 \}$
- Visitados = $\{ 1, 28 \}$
- Coste del camino = $\{ 1.99 + 1.49 = 3.48 \}$
- Pila = $\{ 29, 28, 1 \}$
- Visitados = $\{ 1, 28, 29 \}$
- Coste del camino = $\{ 1.99 + 1.49 + 0.54 = 4.02 \}$
- Pila = $\{ 31, 29, 28, 1 \}$
- Visitados = $\{ 1, 28, 29, 31 \}$

- Costo del camino = $\$ 1.99 + 1.49 + 0.54 + 0.43 = 4.45$
- Pila = $\$ 32, 31, 29, 28, 13$
- Visitados = $\$ 1, 28, 29, 31, 32$

- Costo del camino = $\$ 1.99 + 1.49 + 0.54 + 0.43 + 0.43 = 4.88$
- Pila = $\$ 33, 32, 31, 29, 28, 13$
- Visitados = $\$ 1, 28, 29, 31, 32, 33$

- Costo del camino = $\$ 1.99 + 1.49 + 0.54 + 0.43 + 0.43 + 1.74 = 6.62$
- Pila = $\$ 35, 33, 32, 31, 29, 28, 13$
- Visitados = $\$ 1, 28, 29, 31, 32, 33, 35$

- Costo del camino = $\$ 1.99 + 1.49 + 0.54 + 0.43 + 0.43 + 1.74 + 1.79 = 8.41$
- Pila = $\$ 34, 35, 33, 32, 31, 29, 28, 13$
- Visitados = $\$ 1, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 34$

- Costo del camino = $\$ 1.99 + 1.49 + 0.54 + 0.43 + 0.43 + 1.74 + 1.79 + 1.41 = 9.82$
- Pila = $\$ 36, 34, 35, 33, 32, 31, 29, 28, 13$
- Visitados = $\$ 1, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 34, 36$

- Costo del camino = $\$ 1.99 + 1.98 = 3.97$
- Pila = $\$ 30, 28$
- Visitados = $\$ 28, 30$

- Costo del camino = $\$ 2.04$
- Pila = $\$ 10, 13$
- Visitados = $\$ 1, 10$

- Costo del camino = $\$ 2.04 + 0.83 = 2.87$
- Pila = $\$ 11, 10, 13$
- Visitados = $\$ 1, 10, 11$

- Costo del camino = $\$ 2.04 + 0.83 + 0.35 = 3.22$
- Pila = $\$ 13, 11, 10, 13$
- Visitados = $\$ 1, 10, 11, 13$

- Costo del camino = $\$ 2.04 + 0.83 + 0.35 + 0.91 = 4.13$
- Pila = $\$ 12, 13, 11, 10, 13$
- Visitados = $\$ 1, 10, 11, 13, 12$

- Costo del camino = $\$ 2.04 + 0.83 + 0.35 + 0.91 + 6.63 = 10.76$
- Pila = $\$ 14, 12, 13, 11, 10, 13$
- Visitados = $\$ 1, 10, 11, 13, 12, 14$

- Costo del camino = $\$ 2.04 + 0.83 + 0.35 + 0.91 + 6.63 + 0.91 = 11.67$
- Pila = $\$ 15, 14, 12, 13, 11, 10, 13$
- Visitados = $\$ 1, 10, 11, 13, 12, 14, 15$

- Costo del camino = $\$ 2.04 + 0.83 + 0.35 + 0.91 + 6.63 + 0.91 + 0.5 = 12.17$
- Pila = $\$ 16, 15, 14, 12, 13, 11, 10, 13$
- Visitados = $\$ 1, 10, 11, 13, 12, 14, 15, 16$

- Costo del camino = $\$2.04 + 0.83 + 0.35 + 0.91 + 6.63 + 0.91 + 0.5 + 0.75 = 12.92\$$
- Pila = $\{17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 13\}$ • Visitados = $\{1, 10, 11, 13, 12, 14, 15, 16, 17\}$
- Costo del camino = $\$2.95\$$ • Pila = $\{19, 13\}$ • Visitados = $\{1, 19\}$
- Costo del camino = $\$2.95 + 1.29 = 4.24\$$ • Pila = $\{20, 19, 13\}$ • Visitados = $\{1, 19, 20\}$
- Costo del camino = $\{2.95 + 1.29 + 1.37 = 5.61\$$ • Pila = $\{18, 20, 19, 13\}$
- Visitados = $\{1, 19, 20, 18\}$
- Costo del camino = $\$2.95 + 1.29 + 5.02 = 9.26\$$ • Pila = $\{21, 20, 19, 13\}$
- Visitados = $\{1, 19, 20, 21\}$
- Costo del camino = $\$2.95 + 1.29 + 5.02 + 3.12 = 12.38\$$ • Pila = $\{22, 21, 20, 19, 13\}$
- Visitados = $\{1, 19, 20, 21, 22\}$
- Costo del camino = $\$2.95 + 1.29 + 5.02 + 3.12 + 3.48 = 15.86\$$ • Pila = $\{24, 22, 21, 20, 19, 13\}$
- Visitados = $\{1, 19, 20, 21, 22, 24\}$
- Costo del camino = $\$2.95 + 1.29 + 5.02 + 3.12 + 3.48 + 0.70 = 16.56\$$ • Pila = $\{25, 24, 22, 21, 20, 19, 13\}$
- Visitados = $\{1, 19, 20, 21, 22, 24, 25\}$
- Costo del camino = $\$2.95 + 1.29 + 5.02 + 3.12 + 3.48 + 0.70 + 1.92 = 18.38\$$
- Pila = $\{27, 25, 24, 22, 21, 20, 19, 13\}$ • Visitados = $\{1, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27\}$
- Costo del camino = $\$2.95 + 1.29 + 5.02 + 3.12 + 3.48 + 0.70 + 1.92 = 18.73\$$
- Pila = $\{26, 25, 24, 22, 21, 20, 19, 13\}$ • Visitados = $\{1, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26\}$
- Costo del camino = $\$2.95 + 1.29 + 5.02 + 3.12 + 3.38 = 16.26\$$
- Pila = $\{23, 22, 21, 20, 19, 13\}$ • Visitados = $\{1, 19, 20, 21, 22, 23\}$
- Costo del camino = $\$3.46\$$ • Pila = $\{37, 13\}$ • Visitados = $\{1, 37\}$
- Costo del camino = $\$3.46 + 0.86 = 4.32\$$ • Pila = $\{39, 37, 13\}$ • Visitados = $\{1, 37, 39\}$
- Costo del camino = $\$3.46 + 0.86 + 0.14 = 4.46\$$ • Pila = $\{38, 39, 37, 13\}$ • Visitados = $\{1, 37, 39, 38\}$
- Costo del camino = $\$3.46 + 0.86 + 0.16 = 5.48\$$ • Pila = $\{40, 39, 37, 13\}$ • Visitados = $\{1, 37, 39, 40\}$
- Solución.

Costo = 5.48

Camino = 1, 37, 39, 40