

**BASE DE PROBLEMAS  
PARCIAL 2**

**EJERCICIOS VRP\_SPREADSHEET\_SOLVER\_V3.4**

- Una empresa de legumbres desea establecer las rutas para el transporte de frijol bola roja desde sus diez silos, distribuidos en los alrededores del municipio hacia alguna de sus plantas de limpieza y empaquetamiento. La empresa actualmente cuenta con dos plantas limpieza y empaquetamiento, las cuales están representadas por los nodos 1 (Planta 1) y 2 (Planta 2). Los silos están representados por los nodos 3 al 12. La siguiente tabla muestra las distancias mínimas  $d(i,j)$  en kilómetros para desplazarse entre un par de nodos  $i,j$  y la cantidad de frijol almacenado en los respectivos silos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Frijol almacenado (T)
1	0	25	9	35	22	37	17	43	43	28	23	13	
2	18	0	20	33	25	43	34	21	23	31	15	16	
3	9	28	0	26	13	36	26	45	46	29	31	21	8
4	18	13	25	0	20	10	31	25	20	28	19	19	7
5	27	26	36	13	0	23	44	38	33	41	32	32	9
6	8	21	17	9	29	0	25	34	29	35	9	9	10
7	29	11	31	35	27	45	0	26	34	11	26	27	8
8	29	11	25	12	32	22	13	0	31	24	26	27	11
9	30	16	30	17	24	27	18	5	0	8	31	32	6
10	43	42	44	29	16	39	31	35	49	0	24	33	6
11	36	21	27	35	40	30	37	42	37	35	0	9	11
12	27	12	18	26	31	32	28	33	30	26	10	0	7

La capacidad de los camiones es **25 toneladas**. Adicionalmente, se sabe qué el número de camiones de cada deposito es 3. Además, tenga en cuenta lo siguiente:

- La cantidad de frijol recolectado en cada silo debe ser enviada únicamente a una de las dos plantas de producción.
- Cada ruta debe salir y llegar a la misma planta de producción.
- La velocidad promedio de los camiones es de 0.37 km/minuto y la operación de la empresa empieza desde las 6:00 am

Se busca minimizar la distancia total recorrida para recolectar los frijoles de los silos.

**Nota:**

- En caso de que dos o más arcos tengan el mismo ahorro seleccione aquel cuyo nodo  $i$  sea menor. Si el nodo  $i$  es el mismo, seleccione aquel cuyo nodo  $j$  sea menor.
- Las soluciones generadas por la macro pueden diferir, dado que existen múltiples alternativas factibles que cumplen con las restricciones establecidas.

- a. (0.3 puntos) Haga el ruteo para la empresa haciendo uso del algoritmo Clark & Wright y muestre las iteraciones en la siguiente tabla:

**Nota:** Utilice las filas que considere necesarias y muestre sus resultados con 2 cifras decimales.

Iteración	Planta Asociada	Arco	Ahorro	¿Es factible agregarlo?
1				
2	...	...	...	...

- b. (0.2 puntos) Reporte las rutas finales, la carga de cada vehículo (cada ruta), y tiempo de inicio y finalización de cada ruta:

**Nota:** Utilice las filas que considere necesarias y muestre sus resultados con 2 cifras decimales.

Ruta Consolidada	Tiempo inicio ruta	Tiempo fin ruta	Carga Camión
...	...	...	...

- c. (0.3 Puntos) Haciendo uso del **VRP\_Spreadsheet\_Solver** resuelva el problema de la empresa y reporte las rutas finales, la carga de cada vehículo (cada ruta), y tiempo de inicio y finalización de cada ruta:

**Nota:** Utilice las filas que considere necesarias y muestre sus resultados con 2 cifras decimales.

Utilice la siguiente configuración de vehículos en el **VRP\_Spreadsheet\_Solver**:

Starting depot	Vehicle type	Capacity	Fixed cost per trip	Cost per unit distance	Duration multiplier	Distance limit	Work start time	Driving time limit	Working time limit	Return depot	Number of vehicles
1	T1	25	0.00	1.00	1.00	560.00	06:00	9:00	10:00	1	3
2	T1	25	0.00	1.00	1.00	560.00	06:00	9:00	10:00	2	3

Ruta Consolidada	Tiempo inicio ruta	Tiempo fin ruta	Carga Camión
...	...	...	...

- d. (0.2 Puntos) Haga una comparación entre los resultados obtenidos con el método de **Clark & Wright** y el **VRP\_Spreadsheet\_Solver**. Adicionalmente mencione que ventajas y desventajas tiene cada uno de los métodos. ¿Con que método se obtienen mejores resultados?

2. Fruitbana es una empresa de distribución de productos frescos y perecederos. La empresa se especializa en entregar frutas y verduras de alta calidad a restaurantes, tiendas de comestibles y negocios locales.

Actualmente, Fruitbana se enfrenta a un desafío diario de ruteo desde su bodega (nodo 0). Debe entregar productos a 6 clientes en diferentes ubicaciones de la ciudad. Los clientes tienen ventanas de tiempo específicas durante las cuales las entregas deben ser realizadas para cumplir con sus restricciones operativas. Además, cada cliente tiene una demanda específica de productos que debe ser satisfecha. Fruitbana desea optimizar sus rutas de entrega para minimizar los costos operativos y garantizar la satisfacción de los clientes. Haciendo uso del algoritmo de Clark and Wright y la siguiente información haga el ruteo para el día de mañana.

*Matriz de distancias mínimas (Km)*

	0	1	2	3	4	5	6
0	0	38.08	30.81	39.36	36.06	40.31	33.3
1	38.08	0	10.44	3	7.071	5	12.21
2	30.81	10.44	0	10	5.385	10.2	4
3	39.36	3	10	0	5.385	2	10.77
4	36.06	7.071	5.385	5.385	0	5	5.385
5	40.31	5	10.2	2	5	0	10.2
6	33.3	12.21	4	10.77	5.385	10.2	0

*Pedidos*

Cliente	Demanda (Paquetes)	Tiempo Entrega (Minutos)		Tiempo de Servicio (Minutos)
1	20	0	191	10
2	30	0	199	10
3	10	0	190	10
4	40	141	180	10
5	20	91	119	10
6	20	0	125	10

Usted cuenta con la siguiente información:

- Fruitbana empieza a despachar sus pedidos desde las 6:00 am.
- En la tabla de pedidos se puede observar la demanda de cada cliente, la ventana de tiempo en la cual el pedido debe ser entregado y el tiempo de servicio (tiempo promedio de descarga del pedido una vez es entregado al cliente).
- Adicionalmente, se conoce que la capacidad de los camiones es de 90 paquetes y la velocidad promedio de los camiones es de 0.37 km/minuto.
- Las rutas deben terminar en  $t=260$  min (deben estar de vuelta antes de ese tiempo).
- Las ventanas de tiempo son restricciones duras del problema, lo que significa que el tiempo de servicio se tiene en cuenta dentro de la ventana de tiempo.

- Por último, los camiones pueden esperar. Esto significa que pueden llegar antes del rango de tiempo en el que el cliente quiere su pedido y esperar hasta poder atenderlo.

**Nota:**

1. En caso de que dos o más arcos tengan el mismo ahorro seleccione aquel cuyo nodo i sea menor. Si el nodo i es el mismo, seleccione aquel cuyo nodo j sea menor.
2. Las soluciones generadas por la macro pueden diferir, dado que existen múltiples alternativas factibles que cumplen con las restricciones establecidas.

- e. (0.3 puntos) Haga el ruteo de mañana para Fruitbana haciendo uso del algoritmo Clark & Wright y muestre las iteraciones en la siguiente tabla:

**Nota:** Utilice las filas que considere necesarias y muestre sus resultados con 2 cifras decimales.

Iteración	Planta Asociada	Arco	Ahorro	¿Es factible agregarlo?
1				
2	...	...	...	...

- f. (0.2 puntos) Reporte las rutas finales, la carga de cada vehículo (cada ruta), y tiempo de inicio y finalización de cada ruta:

**Nota:** Utilice las filas que considere necesarias y muestre sus resultados con 2 cifras decimales.

Ruta Consolidada	Tiempo inicio ruta	Tiempo fin ruta	Carga Camión
...	...	...	...

- g. (0.3 Puntos) Haciendo uso del **VRP\_Spreadsheet\_Solver** resuelva el problema de Fruitbana y reporte las rutas finales, la carga de cada vehículo (cada ruta), y tiempo de inicio y finalización de cada ruta:

**Nota:** Utilice las filas que considere necesarias y muestre sus resultados con 2 cifras decimales.

Utilice la siguiente configuración de vehículos en el **VRP\_Spreadsheet\_Solver**:

Starting depot	Vehicle type	Capacity	Fixed cost per trip	Cost per unit distance	Duration multiplier	Distance limit	Work start time	Driving time limit	Working time limit	Return depot	Number of vehicles
Depot	T1	90	0.00	1.00	1.00	560.00	06:00	9:00	10:00	Depot	3

Ruta Consolidada	Tiempo inicio ruta	Tiempo fin ruta	Carga Camión
...	...	...	...

- h. (0.2 Puntos) Haga una comparación entre los resultados obtenidos con el método de Clark & Wright y el VRP\_Spreadsheet\_Solver. Adicionalmente mencione que ventajas y desventajas tiene cada uno de los métodos. ¿Con que método se obtienen mejores resultados?

### EJERCICIOS RUTA MÁS CORTA

---

3. Usted es gerente de una empresa de logística llamada **Transporte al Cielo**, la cual se dedica al transporte de mercancías en todo el país. La empresa está planeando una expansión a Estados Unidos. Su tarea es planificar las rutas de transporte más eficientes entre las principales ciudades.

En el archivo "Plantilla.xlsx", en la hoja "P3-Datos\_nombres", encontrará una base de datos que contiene el código, la ubicación y el nombre de los aeropuertos. Además, en la hoja "P3-Vuelos" se encuentra la información sobre las rutas de transporte entre estas ciudades, con los costos y las distancias asociadas.

**Nota:**

En caso de empate, el desempate se realizará seleccionando la ciudad del primer nodo diferente en la ruta cuyo nombre comience con la letra más cercana a 'A' en orden alfabético. Por ejemplo, si hay dos opciones de rutas: (MIA, CLE, RDU, SDG) y (MIA, AMG, SAN, SDG), se elegirá la segunda opción (MIA, AMG, SAN, SDG), ya que 'A' está antes en el alfabeto que 'C'.

- a. Construya un grafo dirigido que modele las rutas de transporte entre las ciudades, asegurándose de que los nodos representen las ciudades y los arcos incluyan tanto el costo del envío como la distancia de cada trayecto. Este grafo deberá programarse y será evaluado en el código enviado.
- b. Utilizando el Algoritmo de Dijkstra, determine la ruta con el menor costo de transporte entre la ciudad de Atlanta, Georgia, y la ciudad de Newark, Nueva Jersey. Indique el camino encontrado junto con el costo total y la distancia recorrida.

Ruta	
Costo	
Distancia (km)	

- c. Determine la ruta con la menor cantidad de escalas entre la ciudad de Atlanta, Georgia, y la ciudad de Newark, Nueva Jersey. Especifique la ruta obtenida, el costo total y la distancia recorrida. Se pueden hacer escalas.

Ruta	
Costo	

Distancia (km)	
----------------	--

- b. Indique la ruta más corta desde el nodo A al nodo V. Para ello, escriba los nodos que conforman esta ruta.

--	--	--	--	--	--	--	--

- c. Indique la distancia en kilómetros desde el nodo A al nodo V.

Distancia (km)	
----------------	--

### RUTEO C&W

5. La ruta del jardín infantil “Mis primeros pasos” debe recoger a sus alumnos (ver tabla 1) en un punto específico de cada barrio en las mañanas.

Jardín / Barrio	N° estudiantes
1 – Jardín 1	0
2 – Barrio 2	4
3 – Barrio 3	5
4 – Barrio 4	4
5 – Barrio 5	4
6 – Barrio 6	3
7 – Barrio 7	3
8 – Barrio 8	4

**Tabla 1.** N° de estudiantes por barrio. El nodo 1 corresponde a la sede del jardín

La directora del jardín tiene un hijo, que es ingeniero industrial, en quien se apoyará para diseñar y aplicar un proyecto estratégico y fundamental para el funcionamiento del jardín: las rutas escolares. Para ello un día se dio la tarea de conocer todos los barrios donde viven sus estudiantes, logrando obtener la siguiente matriz de distancias en kilómetros:

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	11	11,05	5	5,39	5,1	6,08	17,69
2	11	0	14,87	7,62	16,12	13	5,1	12,17
3	11,05	14,87	0	14,32	14,32	6,32	11,18	12,04
4	5	7,62	14,32	0	9,06	9,43	4,47	17,49
5	5,39	16,12	14,32	9,06	0	8,06	11,4	22,8
6	5,1	13	6,32	9,43	8,06	0	8,06	15,65
7	6,08	5,1	11,18	4,47	11,4	8,06	0	13,04
8	17,69	12,17	12,04	17,49	22,8	15,65	13,04	0

**Tabla 2.** Distancias entre barrios y el jardín

El jardín va a adquirir una(s) camioneta(s) con capacidad para 15 estudiantes con base en las rutas que se determinen aplicando el algoritmo Clarke & Wright. Adicionalmente, la ruta comienza su recorrido desde el jardín a las 6:00 a.m y debe llegar al mismo por tardar a las 7:00 a.m para iniciar

clases. Se sabe que en la ciudad la velocidad promedio son 60km/hora (1 km/min) y que cada parada toma 5 minutos.

En ese orden, el hijo de la directora debe:

a. Hallar la matriz de ahorros

b.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

c. Determinar el número de camionetas y la(s) ruta(s) que minimicen la distancia total y cumplan con las restricciones. En caso de dos o más arcos con el mismo ahorro seleccione aquel cuyo nodo  $i$  sea menor. Si el nodo  $i$  es el mismo, seleccione aquel cuyo nodo  $j$  sea menor. (Para la hora de llegada redondee al minuto mayor)

Rutas N° /Camioneta	Secuencia de nodos	# de estudiantes	Hora de llegada de la ruta	Cantidad de niños