

CASO II: OPTIMIZACIÓN LOGÍSTICA

La **venta y distribución de bebidas** se caracteriza por tener un **impacto alto de los costos logísticos** sobre el precio del producto. Esto se debe principalmente a que el precio de venta por kg es bajo en comparación con otros productos de mayor valor agregado. Sumado a esto, el costo del personal que distribuye y entrega la mercadería está encuadrado dentro de la Rama de Aguas y Gaseosas del Sindicato de Camioneros, el cual tiene sueldos muy por encima de la media de mercado. Por lo tanto, la **optimización logística** es uno de los principales factores de **ahorro** y la distribución encabeza el listado de proyectos.

En este caso, la problemática presentada es la **distribución de corta distancia** al canal Supermercados de la ciudad de Balneario desde el centro de distribución ubicado en las afueras esa ciudad. El Director de Logística definió un **objetivo de ahorro del 5%** sobre el costo de distribución. El proyecto está basado en desarrollar una **herramienta** que permita **optimizar el ruteo diario de camiones**. A continuación se presentan los datos necesarios para diseñar el modelo. Este debe ser flexible para adaptarse a una cantidad variable de pedidos y camiones.

FLOTA DE CAMIONES Y DOTACIÓN

La distribución es tercerizada y realizada por una empresa de transporte que dispone de una flota cautiva de **6 chasis** con una capacidad de **carga máxima de 12 tons** por camión. Cada uno de los camiones debe salir con una **dotación de 3 personas** (1 chofer + 2 ayudantes). La **nómina** total de la operación es de **18 trabajadores** efectivos más **4 eventuales** contratados por agencia para cubrir ausentismo y vacaciones.

CAPACIDAD DE DISTRIBUCIÓN

La capacidad es restringida por dos variables: **toneladas** y **cantidad de clientes**. Debido a que el tiempo de descarga en cada cliente es elevado, los camiones no pueden salir con más de **3 entregas por día**. Esto determina una **capacidad** máxima de **18 clientes** y **72 tons** por día. Las entregas son de lunes a sábado.

COSTO DE DISTRIBUCIÓN

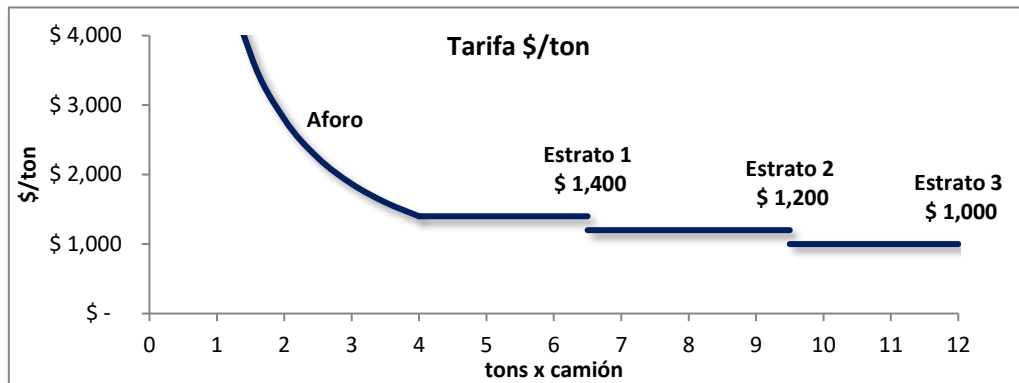
Como se trata de distribución de corta distancia, el mayor costo está en la mano de obra y no en los kms recorridos. Se acordó una tarifa de distribución variable por volumen (**\$/ton**) y **estratificada** según la carga de cada camión.

Tarifa Estrato 1:	carga de camión < 6,5 tons	→ 1.400 \$/ton
Tarifa Estrato 2:	6,5 tons <= carga de camión < 9,5 tons	→ 1.200 \$/ton
Tarifa Estrato 3:	carga de camión >= 9,5 tons	→ 1.000 \$/ton

OCIOSIDAD Y AFORO

Por acuerdo con la empresa de transporte, la empresa de bebidas se hace cargo del costo laboral fijo de los camiones que no se utilizan. Es decir, en el caso de rutear por ejemplo sólo 5 de los 6 camiones, se deberá pagar \$ 5.000 por el camión que queda parado (**costo de ociosidad**). Ese es el costo del jornal de las 3 personas que no salen a trabajar ese día.

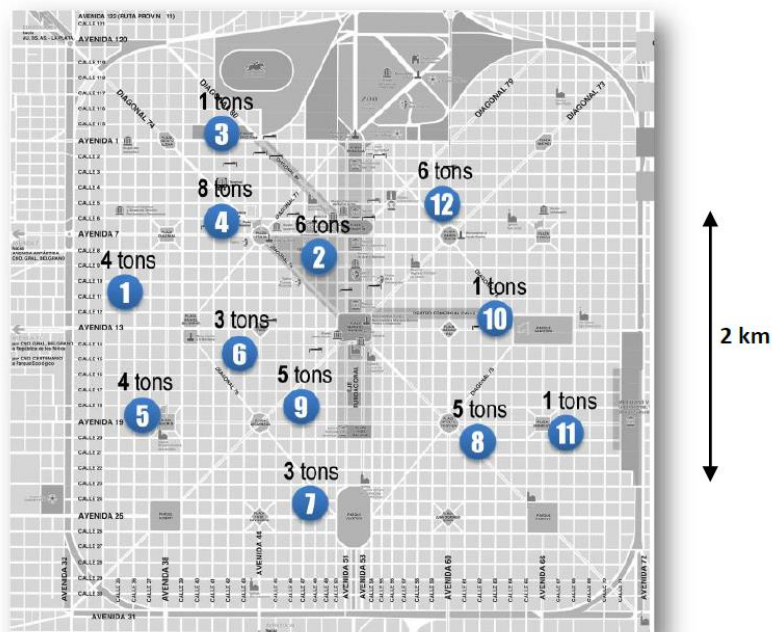
Por otro lado, se acordó pagar un **aforo mínimo de 4 tons**. Esto quiere decir que cualquier camión que salga a reparto con menos de 4 tons será pagado como si hubiese salido con 4 tons a la tarifa del estrato correspondiente ($4 \text{ tons} \times 1.400 \text{ \$/ton} = \text{\$ 5.600}$). Las toneladas que **no puedan ser ruteadas** (por ej. por falta de capacidad) generan una pérdida de **3.000 \\$/ton (costo de oportunidad)**.



RUTEO

El **objetivo** del **proceso diario de ruteo** es determinar qué pedidos van a salir en cada uno de los camiones de manera de cumplir con todas las restricciones logísticas al **menor costo total** posible. El orden de visita no es relevante. Además de las restricciones ya descritas, capacidad máxima de carga y cantidad máxima de clientes, se suma la necesidad de no superar los **2 km** de distancia **entre cliente y cliente**.

En el ejemplo se muestra el ingreso de pedidos de un día. Se deben entregar **47 tons** distribuidas en **12 clientes** optimizando el costo de distribución. Cada uno de los círculos es un punto de entrega (cliente). Arriba de cada uno se especifica el peso a entregar.



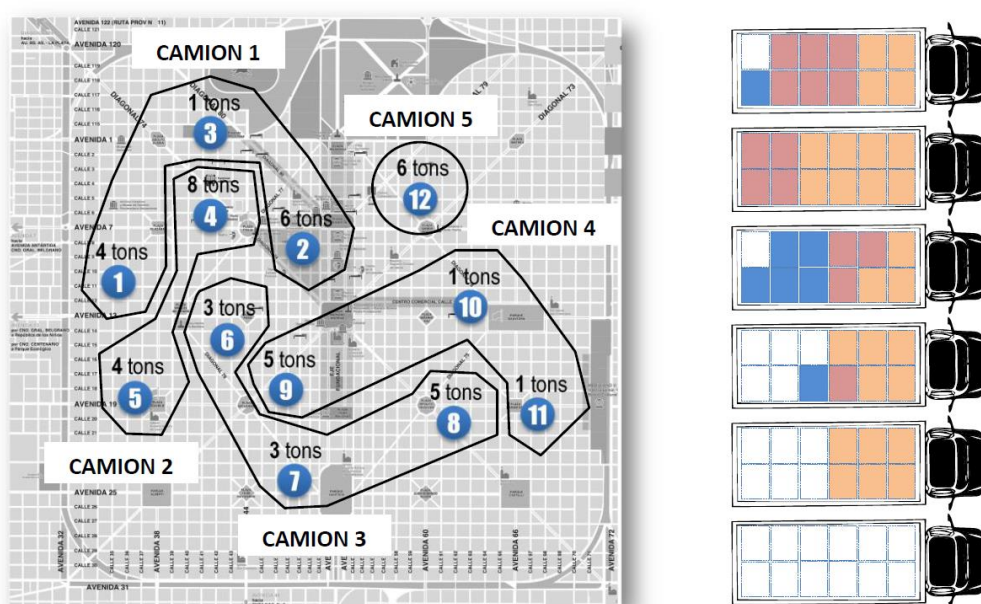
PRESUPUESTO Y MIX FLOTA

El **ahorro** obtenido de la optimización de ruteo deberá calcularse **contra el presupuesto**. Para este año se definió como budget una **tarifa promedio ponderada** en base a la participación porcentual de cada uno de los estratos (Mix Flota), teniendo en cuenta la performance del año anterior.

	%Part. YA	Tarifa Budget (\$/ton)
Estrato 1	20%	\$ 1.400
Estrato 2	70%	\$ 1.200
Estrato 3	10%	\$ 1.000
Total	100%	\$ 1.220

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Un posible ruteo, cumpliendo con todas las restricciones logísticas, podría ser el siguiente:



Camión 1: Pedidos 1,2 y 3	= 4 tons + 6 tons + 1 tons = 11 tons x 1.000 \$/ton	→ \$ 11.000
Camión 2: Pedidos 4 y 5	= 8 tons + 4 tons = 12 tons x 1.000 \$/ton	→ \$ 12.000
Camión 3: Pedidos 6,7 y 8	= 3 tons + 3 tons + 5 tons = 11 tons x 1.000 \$/ton	→ \$ 11.000
Camión 4: Pedidos 9,10 y 11	= 5 tons + 1 tons + 1 tons = 7 tons x 1.200 \$/ton	→ \$ 8.400
Camión 5: Pedido 12	= 6 tons = 6 tons x 1.400 \$/ton	→ \$ 8.400
Camión 6: Sin carga	= costo por ociosidad	→ \$ 5.000

Costo total de distribución = \$ 55.800 (\$ 1.540 ahorro vs budget)

Tarifa promedio = \$ 1.187,23 (2,7% de ahorro vs budget)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PROPUESTAS

Los modelos serán **evaluados** con **varios sets de datos** (pedidos) distintos. El modelo que consiga el **menor costo total** será el ganador. En caso de empate, se valorará la **calidad de la presentación de resultados**, la **flexibilidad del modelo** y la presentación de posibles **decisiones estratégicas** para mejorar el costo. El modelo debe correr en menos de 3 minutos.

FECHA DE ENTREGA Y PRESENTACIÓN: **10-NOV**

ANEXO I: MATRIZ DE DISTANCIAS

En rojo los clientes que no podrían asignarse al mismo camión.

Distancia Máxima entre clientes = 2 km

Cliente	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A	0,0	1,3	0,9	0,8	1,2	0,8	2,1	2,2	1,5	2,2	2,9	2,0	1,5	2,3	1,8
B	1,3	0,0	1,0	0,5	1,7	0,8	2,1	1,5	1,2	1,1	2,1	0,7	0,7	1,8	2,1
C	0,9	1,0	0,0	0,6	2,0	1,2	2,7	2,4	1,9	2,1	3,0	1,6	1,6	2,6	2,5
D	0,8	0,5	0,6	0,0	1,5	0,7	2,2	1,8	1,3	1,6	2,5	1,2	1,0	2,1	2,0
E	1,2	1,7	2,0	1,5	0,0	0,9	1,0	1,6	0,8	1,9	2,3	2,3	1,3	1,4	0,6
F	0,8	0,8	1,2	0,7	0,9	0,0	1,5	1,4	0,7	1,4	2,1	1,5	0,7	1,5	1,3
G	2,1	2,1	2,7	2,2	1,0	1,5	0,0	1,0	0,8	1,7	1,5	2,4	1,4	0,6	0,6
H	2,2	1,5	2,4	1,8	1,6	1,4	1,0	0,0	0,8	0,7	0,7	1,5	0,8	0,5	1,5
I	1,5	1,2	1,9	1,3	0,8	0,7	0,8	0,8	0,0	1,1	1,5	1,7	0,6	0,8	0,9
J	2,2	1,1	2,1	1,6	1,9	1,4	1,7	0,7	1,1	0,0	1,0	0,9	0,7	1,2	2,0
K	2,9	2,1	3,0	2,5	2,3	2,1	1,5	0,7	1,5	1,0	0,0	1,9	1,5	0,9	2,1
L	2,0	0,7	1,6	1,2	2,3	1,5	2,4	1,5	1,7	0,9	1,9	0,0	1,0	2,0	2,6
M	1,5	0,7	1,6	1,0	1,3	0,7	1,4	0,8	0,6	0,7	1,5	1,0	0,0	1,1	1,6
N	2,3	1,8	2,6	2,1	1,4	1,5	0,6	0,5	0,8	1,2	0,9	2,0	1,1	0,0	1,1
O	1,8	2,1	2,5	2,0	0,6	1,3	0,6	1,5	0,9	2,0	2,1	2,6	1,6	1,1	0,0

ANEXO II: SET DE DATOS DE PRUEBA

Cliente	Pedidos #1	Pedidos #2	Pedidos #3	Pedidos #4	Pedidos #5	Pedidos #6
A	4	3	5	2	6	6
B	6	6	5	4	1	3
C	1	6	6	2	6	7
D	8	6	5	2	8	2
E	4	1	2	4	2	3
F	3	1	6	8	6	5
G	3	2	3	7	4	3
H	5	8	5	2	4	8
I	5	2	3	4	2	6
J	1	8	6	8	1	2
K	1	7	6	8	3	4
L	6	4	3	5	2	6
M	0	0	0	0	8	1
N	0	0	0	0	5	1
O	0	0	0	0	8	4
Total	47	54	55	56	66	61

CASO II – Q&A:

P1: ¿Los camiones pueden hacer más de una vuelta o viaje?

R1: No. Solo un viaje por día.

P2: ¿Hay que pagar diariamente el costo de la dotación de 18 fijos + 4 eventuales?

R2: No, el costo de la gente está incluido dentro de las tarifas, aforo y costo de ociosidad.

P3: ¿Se pueden hacer entregas parciales?

R3: Si. Las toneladas no entregadas tendrán que pagar los 3.000 \$/ton no ruteada. Lo que no se puede hacer es atender el mismo cliente con dos camiones distintos.

P4: ¿Los pedidos siempre son números enteros?

R4: No, puede haber fracciones y también se puede entregar fracciones de tonelada. Por ejemplo: de un pedido de 4,75 tons se podría atender 3,1 tons y dejar sin rutear 1,65 tons.

P5: ¿Los pedidos se pueden pasar de un día al otro?

R5: No, los pedidos sólo se pueden atender dentro de cada día o #pedido. Si no se puede atender hay que pagar la penalidad de 3.000 \$/ton no ruteada.

P6: ¿El orden de visita de los clientes es relevante para la restricción de 2km de distancia máxima?

R6: No, el orden de visita de los clientes NO es relevante para el modelo y el máximo de 2 km entre clientes no puede ser evadido visitando un cliente intermedio. Por ejemplo, los clientes G y B nunca van a poder estar ruteados dentro del mismo camión.

P7: ¿Dejar toneladas no ruteadas un día genera alguna obligación o restricción al día siguiente?

R7: No, cada día es independiente de los demás. Lo que no se pudo entregar se pierde y no existe el concepto de backorder ó pedido pendiente y tampoco genera ningún cambio al día siguiente.