2.

Para este punto, primero se planteó el grafo como un problema de flujo en redes de ruta más corta para encontrar el menor costo posible entre la bodega y los clientes para que solo se pase una sola vez por cada cliente. Ahora bien, como era necesario tener en cuenta que cada cliente tenía una demanda, también era necesario formular un problema de flujo de costo mínimo donde la se tuvieran en cuenta las ofertas como cada vehículo y las demandas en cada cliente. Como estos dos problemas son diferentes, pero ambos de flujo en redes, se utilizó una formulación de flujo en redes con “comodities” utilizando la descomposición de Dantzig-Wolfe para resolverlo utilizando el algoritmo de Simplex en vez de un problema entero MIP, gracias a que Simplex es mucho más eficiente computacionalmente.

En primer lugar, se planteó el grafo del problema. Para esto, se creó un nodo por cada vehículo, con el motivo de representar de una mejor manera que se pueden generar varias rutas diferentes. Adicionalmente, cada uno de estos nodos oferta una cantidad de helados igual a la capacidad máxima del vehículo. Adicionalmente, se creó un nodo por cada cliente, donde cada uno tiene una demanda (valor negativo). Por último, y dado que la suma de la capacidad de todos los vehículos disponibles es mayor a la demanda total, se crea un nodo final a donde se dirigen todas las unidades que sobran. Cabe resaltar que ningún arco sale de este nodo y que para todo nodo existe un arco hacia este último.

Ahora bien, en este grafo es necesario considerar dos problemas diferentes. Uno, en el que un solo vehículo puede pasar por cada nodo, y que con la menor cantidad de vehículos posible se deben recorrer todos los clientes con el mínimo costo posible. Por lo tanto, se definieron los costos entre cada arco del grafo como: . Por otro lado, para todo grafo entre un vehículo y un cliente se adiciona un costo fijo: . Puesto que esto simula que se incurre en un costo fijo para el vehículo i, en caso de que este sea utilizado en el problema. Por otro lado, esto implica que para los arcos entre los vehículos y el nodo de sobra el costo es 0, debido a que si hay flujo por este arco significa que el vehículo no fue utilizado: . Ahora bien, este costo solo está asociado al transporte de vehículos, puesto que no existe un costo asociado a transportar un número específico de helados. Por último, el costo desde cualquier cliente hasta el nodo de unidades de sobra es igual al costo de ir desde cualquier cliente hacia la bodega, puesto que este arco representa que se acaba la ruta para el vehículo y retorna a la bodega.

Ahora bien, se deben formular dos problemas sobre este grafo. Uno, el problema de suplir la demanda para todos los nodos