7. Para organizar el tráfico, la ciudad de Ciclos Positivos ha decidido implementar las cabinas de peaje inverso. La idea de estas cabinas es incentivar la circulación de vehículos por caminos alternativos, estableciendo un monto que se le paga a le conductore de un vehículo cuando pasa por la cabina. Estas cabinas inversas se suman a las cabinas regulares, donde le conductore paga por pasar por la cabina. La ciudad sabe que estas nuevas cabinas pueden dar lugar al negocio del "ciclo puré", que consiste en transitar *eternamente* por la ciudad a fin de obtener una ganancia que tienda a infinito. Para evitar esta situación, que genera costos y tráfico adicional, lo cual será aprovechado para desgastar a la administración ante la opinion pública, la ciudad quiere evaluar distintas alternativas antes de llevar las cabinas inversas a la práctica.

   a. Modelar el problema de determinar si la ciudad permite el negocio del ciclo puré cuando el costo de transitar por cada cabina i de peaje es c_i ($c_i < 0$ si la cabina es inversa) y el costo que cuesta viajar de forma directa de cada cabina i a cada cabina j es $c_{ij} > 0$.

   b. Dar un algoritmo para resolver el problema del inciso anterior, indicando su complejidad temporal.

   El sistema arrojó que ninguna de las configuraciones deseadas para desincentivar el tráfico evita el negocio de los ciclos puré. Desafortunadamente, el plan se filtró a la prensa y comenzaron las peleas mediáticas. A fin de obtener cierto rédito, desde el departamento de *marketing* sugieren transformar la idea de cabinas inversas en cabinas mixtas. Cuando un vehículo pasa por una cabina mixta, se le paga a le conductore si se le cobró a le conductore en la cabina anterior; caso contrario, le conductore paga. Obviamente, desde *marketing* sugieren que se le pague a le conductore cuando la cabina mixta sea la primera cabina recorrida para bajar los malos humores.

   c. Modelar el problema de determinar si la ciudad permite el negocio de los ciclos puré cuando se aplica la nueva configuración para las cabinas. Además de la información utilizada para el problema original, ahora se conoce cuáles cabinas son mixtas: notar que el monto de cobro es c_i y el monto de pago es $-c_i$ para la cabina mixta i (con $c_i > 0$).

Vértices $1 \ldots n$ son cabinas
c_i costo de la cabina i

- $c_i < 0$: se le paga al conductor
- $c_i > 0$: el conductor paga

c_{ij} peso de la arista $i \to j$ (costo del viaje desde i hasta j)

1) Recorremos todas las aristas y ajustamos su peso.
   $c_{ij} = c_{ij} + c_i$
   Ya que pasar por la arista c_{ij} implica pasar por la cabina c_i.
   $O(m)$

2) Corremos Bellman-Ford. $O(nm)$
   Si detectamos un ciclo negativo entonces hay un ciclo puré. Significa que hay un ciclo en donde después de una vuelta terminamos con plata a favor.

Complejidad: $O(m + nm) = O(nm)$

Modelamos el grafo en 2 niveles:

- Cabinas mixtas positivas
- Cabinas mixtas negativas

Los vértices de las cabinas mixtas los separamos en 2 vértices distintos con costos c_i y $-c_i$.

En ambos niveles tenemos todas las otras cabinas duplicadas.

Colocamos todas las aristas c_{ij} con esta lógica:

- Si i no es una cabina mixta, entonces colocamos la arista c_{ij} duplicada en los 2 niveles.
- Caso contrario, como i es una cabina mixta tenemos que alternar de nivel. Si estamos en el nivel donde las cabinas mixtas son positivas, nos vamos a donde son negativas, o viceversa. Colocamos 2 aristas c_{ij} que cruzan niveles. Una conecta el vértice con costo c_i con el vértice j en el nivel negativo. La otra conecta el vértice con costo $-c_i$ con el vértice j en el nivel positivo.

Armar este grafo cuesta $O(2(n+m)) = O(n+m)$

Luego corremos el algoritmo del inciso anterior.