



“First, solve the problem. Then, write the code” John Johnson.

ProgramaMe 2026

Calentamiento pre-navideño

Problemas



Concurso gestionado desde



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Concurso on-line sobre **¡Acepta el reto!**

<https://acceptaelreto.com>

18 de diciembre de 2025

Listado de problemas

A Duques, condes y vizcondes	3
B Ordenando ramales	5
C Trenes y burros	7
D Viajando en el siglo XIX	9
E Dandy Wagon	11
F El sueldo del maquinista	13
G Atasco en las vías	15

El 27 de septiembre de 1825 se inauguró oficialmente el Ferrocarril de Stockton y Darlington, el primero abierto al público en todo el mundo en usar locomotoras de vapor. Para conmemorar el 200 aniversario de aquel hito, los problemas de este año están ambientados en él.



Autores de los problemas:

- Marco Antonio Gómez Martín (Universidad Complutense de Madrid)
- Pedro Pablo Gómez Martín (Universidad Complutense de Madrid)

Bibliografía e imágenes:

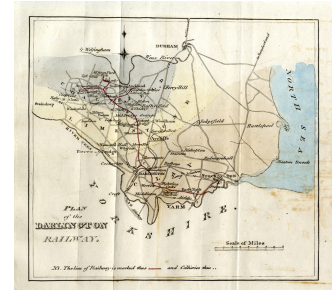
Para la elaboración de los problemas se ha utilizado la entrada de la Wikipedia “Ferrocarril de Stockton y Darlington” y los siguientes libros de los que, además, se han extraído las imágenes que acompañan a los enunciados:

- William Weaver Tomlinson, “The North Eastern Railway: Its rise and development”, 1915.
- Robert Henry Thurston, “A History of the Growth of the Steam-Engine”, 1878.



Duques, condes y vizcondes

Cuando se proyecta la construcción de una vía de comunicación terrestre, como una carretera o vía férrea, el primer paso (una vez conocidos los puntos que debe unir) es determinar cuál será la ruta exacta por la que va a pasar. La tarea no es nada fácil, pues además de tener en cuenta la orografía del terreno de la que depende el número de puentes y túneles que potencialmente habrá que construir, hay que considerar qué otras carreteras se cruzan en su camino y qué uso se está dando a las tierras que atraviesa.



Cuando en marzo de 1819 se llevó al parlamento británico la propuesta de construcción de la que, a la postre, sería la primera ruta ferroviaria abierta al público en utilizar máquinas de vapor, el proyecto no fue aprobado. El problema fue que la ruta elegida para unir las minas de carbón de la zona de Shildon con Stockton y Darlington atravesaba las tierras del conde de Eldon y unos terrenos donde cazaba el duque de Darlington. Ambos “tiraron de galones” y consiguieron que el proyecto no fuera aprobado por 13 votos.

Dos años después, teniendo presente al conde, al duque y a un vizconde de la zona que podría también hacer fracasar la propuesta, consiguieron proyectar una ruta distinta que satisfacía a todos y, por fin, el 19 de abril de 1821 los promotores tuvieron el consentimiento real para construir el ferrocarril.

Hoy en día, siglos después, encontrar la ruta más corta que no pase por ninguna zona vetada por los nobles de turno debería llevar menos de dos años... ¿o no?

Entrada

La entrada está compuesta por distintos casos de prueba, cada uno representando un área donde hay que planificar la ruta del tren. El área se representa como una rejilla de tamaño $T_x \times T_y$ (hasta 100×100) en donde cada celda o bien pertenece a algún noble o bien está libre para su uso.

Cada caso comienza con una línea con los dos valores, T_x y T_y . A continuación aparecen T_y líneas con T_x caracteres. Una N indica que por esa celda no puede pasar el tren, mientras que un . significa que los trenes tienen permitido el paso.

Salida

Por cada caso de prueba se escribirá el número de celdas que la vía tendrá que atravesar para ir desde la esquina superior izquierda (primer carácter de la primera línea) a la esquina inferior derecha (último carácter de la última línea) evitando los terrenos pertenecientes a nobles. Si hay varias rutas posibles, se escribirá la longitud de la más corta. Si no hay ruta posible, se escribirá IMPOSIBLE.

Ten en cuenta que la vía puede construirse de tal forma que desde una celda se pase a cualquiera de las ocho adyacentes.

Entrada de ejemplo

```
5 4
.NNNN
N...N
.NNN.
.....
5 3
.NNNN
NN...
NN...
```

Salida de ejemplo

6 IMPOSIBLE



Ordenando ramales

Hoy en día damos por hecho que, salvo excepciones, las carreteras son vías de comunicación abiertas al público general de forma que cualquiera puede utilizarlas. También damos por hecho que las vías de tren son justo lo contrario: están bajo el control de entidades públicas o privadas que las gestionan y por ellas solo pueden ir los trenes autorizados.



Sorprendentemente esto no siempre ha sido así. A principios del siglo XIX, cuando el transporte por tren era aún anecdótico, algunos ferrocarriles (entendiendo estos por exactamente eso: los *carriles de hierro*, es decir, las vías) permitían que cualquiera que tuviera un vehículo compatible con ellos pudiera utilizarlo tras el pago de algún peaje. De forma parecida a lo que ocurre hoy día con ciertas carreteras de peaje en las que el precio a pagar depende del tipo de vehículo, el precio del peaje de aquellas vías dependía del número de toneladas y millas recorridas (pues el trayecto podía ir desde cualquier punto a cualquier otro en el que el conductor pudiera poner y quitar su vagoneta) e incluso de las materias transportadas: no era lo mismo transportar estiércol que carbón o cerdos.

Pero las curiosidades no acaban ahí, como se descubre al leer la autorización que el parlamento inglés redactó en 1821 para la construcción del ferrocarril de Stockton y Darlington:

might have been committed (p. 53). The owners of land within five miles of the line might make branches and form junctions (p. 55), and they were also at liberty to construct wharves or sidings near the railway and load and unload goods upon them (p. 55). The time allowed for the completion of

“Los propietarios de tierras a una distancia de hasta cinco millas de la línea podrán crear ramales y formar cruces, y tendrán también la libertad de crear muelles o apartaderos junto a la vía para cargar y descargar bienes en ellos”. El resultado era que cuando un tren hacía el trayecto original se iba encontrando a los lados vías secundarias de distintos dueños.

Entrada

La entrada está formada por distintos casos de prueba, cada uno ocupando varias líneas.

Cada caso de prueba comienza con el número de ramales añadidos a la ruta principal (no más de 500). A continuación vienen tantas líneas como ramales con el nombre del propietario (una única palabra de hasta 50 caracteres del alfabeto inglés), un carácter indicando si el ramal se conecta por el lado izquierdo (I) o derecho (D) de la vía y un número que indica la distancia desde el origen al punto de unión (entre 0 y 1.000.000).

Una misma persona puede ser dueña de varios ramales pero no puede haber dos ramales que lleguen a la vía en el mismo punto y por el mismo lado.

La entrada termina con un caso sin ramales que no debe procesarse.

Salida

Por cada caso de prueba se escribirá el propietario de cada ramal según se los va encontrando un tren viajando por la vía principal. En caso de encontrarse dos ramales a la vez, se escribirá primero el de la izquierda.

Tras cada caso de prueba se escribirá una línea con tres guiones, ---.

Entrada de ejemplo

```
3
EdwardPease D 250
GeorgeStephenson I 500
GeorgeDixon I 250
1
GeorgeOverton D 1000
0
```

Salida de ejemplo

```
GeorgeDixon
EdwardPease
GeorgeStephenson
---
GeorgeOverton
---
```




Trenes y burros

El día 27 de septiembre de 1825 se inauguraba el Ferrocarril de Stockton y Darlington, el primer tren abierto al público que utilizó locomotoras a vapor. Hasta ese momento este tipo de locomotoras se habían utilizado única y exclusivamente en minas de carbón, por lo que aquel primer viaje inaugural levantó mucha expectación.

El tren, tirado por la mítica *Locomotion No. 1*, llevaba algunos vagones llenos de carbón y otros vacíos en los que se agolparon más de 450 personas. Cuentan las crónicas (como bien se puede ver en algunas ilustraciones de la época) que durante los primeros minutos el tren iba precedido por un hombre a caballo con una bandera. De hecho en uno de los dibujos que ha llegado a nuestros días el humo de la locomotora iba hacia delante quizá porque la velocidad del viento aquel día era mayor que la poca velocidad que el tren llevaba.



Poco después de comenzar el trayecto, eso sí, el terreno descendía suavemente por lo que el tren comenzó a ganar velocidad y dejó atrás a los jinetes que habían tratado de seguir la comitiva inaugural. Los registros de la época, no obstante, no indican qué fue de esos jinetes, si abandonaron su empeño de seguir al tren o realizaron también la ruta. De haber seguido hasta al final, es posible que hubieran terminado llegando antes que el propio tren pues su camino fue bastante accidentado: primero tuvieron que parar para desenganchar un vagón que había perdido una rueda, más adelante para arreglar un problema de la locomotora, luego para que los trabajadores tomaran un refrigerio, enganchar más vagones con una banda de música y que algunos pasajeros bajaran y otros subieran y, cerca ya del final, por un incidente con un pasajero que cayó del vagón y fue atropellado.

El ejemplo de aquel viaje deja claro que en aquella época quizá fuera más rápido trasladarse en burro que coger el tren. Antes de lanzarse a hacer una línea ferroviaria convenía, entonces, hacer un estudio detallado sobre las posibilidades del negocio. Teniendo el tiempo estimado que se tardaba en ir de una estación a otra tanto en tren como en burro, ¿cuántos trayectos distintos entre dos estaciones duraban menos si se hacían íntegramente en burro que si se hacían íntegramente en tren?

Entrada

El programa deberá procesar múltiples casos de prueba, leídos de la entrada estándar.

Cada caso está compuesto de tres líneas. La primera indica el número N de estaciones del trayecto (entre 2 y 10.000) incluyendo la estación inicial y la final. A continuación viene una línea con $N-1$ números donde el primero expresa el tiempo invertido por el tren en recorrer el espacio entre la primera y la segunda estación, el siguiente entre la segunda y la tercera y así sucesivamente hasta el trayecto entre la penúltima y la última estación. La última línea del cada caso es igual pero con los tiempos necesarios si los trayectos se realizan en burro.

Se garantiza que todos los tiempos son positivos y que el tiempo total del viaje completo tanto en tren como en burro no supera 10^9 .

La entrada termina con un 0.

Salida

Por cada caso de prueba se escribirá un único número con la cantidad de trayectos distintos en los que se tarda menos viajando en burro que en tren.

Recuerda que para el análisis los trayectos se hacen siempre en el mismo medio de transporte (o bien se usa el tren o bien el burro) y que el viaje se hace en el orden de la línea y no al contrario.

Entrada de ejemplo

```
3
50 100
100 200
4
50 100 50
40 110 40
0
```

Salida de ejemplo

```
0
3
```

Notas

En el primer ejemplo el tren tiene mejores tiempos que el burro en todos los trayectos entre estaciones, por lo que no interesa utilizar el burro nunca.

En el segundo caso de prueba es preferible coger el burro si se viaja entre la primera y la segunda estación, entre la tercera y la cuarta o si se hace el trayecto completo entre la primera y la cuarta.



Viajando en el siglo XIX

El Ferrocarril de Stockton y Darlington pasó a la historia como el primero abierto al público que utilizó locomotoras de vapor. El viaje inaugural está muy bien documentado, y gracias a eso sabemos que más de 450 personas se agolparon en unos pocos vagones para trasladarse unos 40 kilómetros en algo más de tres horas. A pesar del éxito de ese viaje, la fiabilidad de las locomotoras de entonces dejaba bastante que desear y el ferrocarril era utilizado también por carruajes con ruedas especiales tirados por caballos. De hecho, la construcción de las vías se había hecho con traviesas independientes para cada raíl de forma que los caballos pudieran caminar entre ellos sin tropezarse.



En la línea de Stockton y Darlington, el tráfico de viajeros mediante carruajes empezó su andadura el 10 de octubre de 1825 y tenía un precio de 1 chelín si se viajaba dentro del carruaje y 9 peniques si se hacía en el exterior. Pocos meses después se añadió un segundo tipo de carruaje, más cómodo, que costaba 1 chelín y 6 peniques si se viajaba dentro y 1 chelín si se hacía fuera.

Teniendo en cuenta el sistema monetario inglés de la época, pagar los billetes de un grupo numeroso no era una tarea trivial: además de las cuatro posibilidades de viaje (dentro o fuera del carruaje, y en carruaje normal o el cómodo), se unía que un chelín equivalía a 12 peniques, y una libra a 20 chelines.

Entrada

La entrada comienza con un número indicando la cantidad de casos de prueba que vienen a continuación. Por cada uno aparecerá una línea con cuatro números, los dos primeros con el número de billetes comprados para ir en el carruaje normal (el primero para viajar dentro, el segundo para viajar fuera) y los dos siguientes para el carruaje más cómodo (igual que antes, el primero de ellos para viajar dentro).

El número de billetes de cada tipo no será nunca superior a 1000.

Salida

Por cada caso de prueba se escribirán tres números con la cantidad de libras, chelines y peniques que hay que pagar, de forma que el número de peniques individuales no alcance el valor de un chelín ni el número de chelines individuales el valor de una libra.

Entrada de ejemplo

```
6
1 0 0 0
0 1 0 0
0 0 1 0
0 0 0 1
1 1 1 1
10 10 10 10
```

Salida de ejemplo

```
0 1 0
0 0 9
0 1 6
0 1 0
0 4 3
2 2 6
```




Dandy Wagon

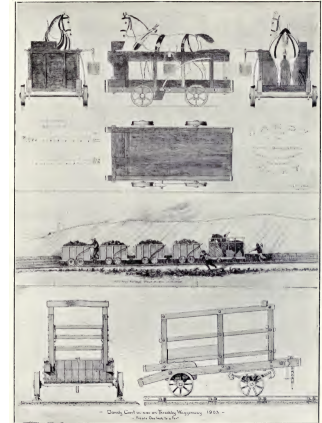
Aunque hoy nos parezca impensable, durante las primeras décadas del siglo XIX los trenes eran movidos gracias a caballos que tiraban de los vagones. El cálculo aproximado era un caballo por cada cuatro vagones.

El Ferrocarril de Stockton y Darlington inaugurado en 1825 fue el primero abierto al público en utilizar locomotoras de vapor pero la fiabilidad que tenían hizo que no se abandonara por completo el uso de caballos, habitual en otras rutas. Eso sí, la fiabilidad de los caballos frente a las locomotoras tenía su contrapartida: los caballos se cansaban y las locomotoras no. Y con el éxito que tuvo la línea, a los animales se les exigía cada vez más viajes y con más carga.

Para mejorar su rendimiento, George Stephenson, un ingeniero inglés apodado “el padre de los ferrocarriles” al que, entre otras cosas, debemos el ancho de vía estándar de 1435 milímetros, inventó los llamados *dandy wagons* (también llamados *cart wagons*): unos vagones utilizados para transportar a los propios caballos de tiro cuando el tren atravesaba una zona con cuestas abajo. Durante esos tramos no solo los caballos podían descansar mientras el convoy se movía por efecto de la gravedad, sino que la velocidad que podía alcanzar éste no estaba limitada por la de los caballos pudiendo así ir más rápido.

Como es lógico, la efectividad de estos vagones dependía de la longitud del trayecto en el que los caballos podían descansar antes de tener que volver a ser enganchados en la cabecera para retomar su trabajo de tiro.

Para averiguar, dada una ruta, en qué partes se puede hacer uso de los *dandy wagons*, se divide el trayecto en secciones y se calcula para cada sección cuánto se incrementa (o decrementa) la velocidad del tren si se mueve por efecto de la gravedad o de la inercia. Después hay que analizar esos datos para encontrar los tramos contiguos más grandes en los que el tren puede avanzar por efecto de la gravedad.



Entrada

La entrada está compuesta por distintos casos de prueba, cada uno ocupando dos líneas.

La primera línea del caso contiene un número N con la cantidad de secciones en las que se ha dividido el trayecto (hasta 300.000). La segunda línea tiene N números con el incremento de velocidad del tren si se deja libre durante la sección completa. Un valor positivo significa que al final del tramo la velocidad habrá aumentado esa cantidad debido a una pendiente descendiente. Un valor negativo indica, por el contrario, que la velocidad disminuye en esa cantidad (por una cuesta arriba). Un 0 indica un terreno plano en el que la velocidad no cambia.

Tras el último caso de prueba viene una línea con un cero que no debe procesarse.

Salida

Por cada caso de prueba se escribirá una línea con el número máximo de secciones consecutivas en las que los caballos de tiro pueden descansar.

Para que el tren recorra un tramo sin ayuda de los caballos, éstos deben estar subidos al *dandy wagon* y el tren deberá alcanzar el punto final de la sección aprovechando la suma de la velocidad que tuviera al empezar el tramo y la que haya ganado en él. Esa suma no podrá hacerse negativa.

Ten en cuenta que cuando los caballos tiran del tren éste no gana ni pierde velocidad por la pendiente del terreno y se desplaza a la velocidad marcada por los animales. Además, los caballos solo pueden engancharse al tren (para empezar a tirar) o desengancharse (para subirse al *dandy wagon* a descansar) al principio de una sección. Si los caballos no están tirando del tren y se sabe que no superará el tramo siguiente con la inercia, habrá que detenerlo completamente al inicio de esa sección para enganchar los caballos. Del mismo modo, si al principio de una sección se decide subir a los caballos al *dandy wagon* el tren comenzará esa sección completamente parado y su avance estará en manos de la pendiente descendiente del tramo.

Entrada de ejemplo

```
4
1 2 3 0
4
-3 -2 -1 0
4
3 3 -4 -4
7
1 -1 0 2 -2 3 -3
0
```

Salida de ejemplo

```
4
0
3
4
```

Notas

El primer caso de prueba del ejemplo es completamente cuesta abajo (en todas las secciones el tren gana velocidad) salvo el último al que se llega con inercia, por lo que los caballos pueden usar su *dandy wagon* durante todo el trayecto. El segundo caso es prácticamente el inverso y los caballos deben tirar del tren todo el tiempo.

En el tercer caso de prueba el tren coge inercia durante las dos primeras secciones lo que le permite superar la tercera sección a pesar de ser cuesta arriba, pero no la cuarta que tendrá que ser superada gracias a los caballos.

En el último caso las secciones cuesta abajo proporcionan la inercia justa para superar las secciones cuesta arriba. Para la sección plana (0) debe utilizarse la fuerza motriz, pues se llega a ella sin inercia.

● F

El sueldo del maquinista

En el mundo del ferrocarril, hoy día lo normal es que los maquinistas tengan un salario mensual pagado por las empresas ferroviarias. En el siglo XIX, en el mítico ferrocarril de Stockton y Darlington, primero abierto al público que utilizó máquinas de vapor, comenzaron también con ese modelo, pagándoles un salario diario de 3 chelines y 8 peniques (un chelín equivalía a 12 peniques). Sin embargo en febrero de 1826 la compañía llegó a un acuerdo con ellos y pasó a pagarles de forma distinta: les daba un cuarto de penique por tonelada y milla de carbón transportada con la condición de que se hicieran cargo no solo de los trayectos de ida y vuelta sino también de engrasar los cojinetes de las ruedas, pagar los salarios de sus ayudantes y fogoneros, y encargarse de pagar el carbón utilizado por la máquina, sebo, aceite, cáñamo, etc.



Como dijo un personaje de la época, ese acuerdo consiguió “convertir a un hombre honesto en un pícaro” pues los maquinistas pasaron de no escatimar en gasto de combustible cuando corría a cargo de la compañía a comprar lo justo y “coger prestado” del carbón que transportaban cuando tenían que pagarlo ellos.

Con los presupuestos de la época, no obstante, era normal esa picaresca pues los ingresos de los maquinistas a duras penas llegaban para pagar todos los gastos. Más habría valido al sindicato haber hecho cálculos antes de aceptar el trato.

Entrada

La entrada comienza con un número en una línea independiente con la cantidad de casos de prueba que vienen a continuación.

Cada caso de prueba está compuesto por varios números. Los dos primeros indican el número de toneladas transportadas y la distancia (ninguno de ellos supera las 100 unidades). A continuación aparece el número de peniques recibido por cada tonelada y milla movida. Tras eso aparece la información de los gastos a los que tendrá que hacer frente el maquinista: coste del combustible por cada milla recorrida (recuerda que el viaje debe ser de ida y vuelta y que es un valor medio válido tanto si el tren va con carga como si va sin ella), coste de la materia prima para el mantenimiento necesario para cada viaje (aceite, cáñamo, etc.) y el salario que hay que dar a los peones que ayudan con la carga y descarga.

Todos los valores monetarios serán en peniques, números enteros y ninguno será superior a 100.

Salida

Por cada caso de prueba se escribirá un número con el resultado económico del viaje para el maquinista en peniques. Si el viaje sale rentable el número será positivo con la cantidad ganada. Si el viaje no sale rentable el valor será negativo con la cantidad perdida.

Entrada de ejemplo

```
4
10 10 5 0 0 0
10 10 5 0 70 80
10 10 5 5 70 80
10 10 2 5 70 80
```

Salida de ejemplo

```
500
350
250
-50
```




Atasco en las vías

Aunque el Ferrocarril de Stockton y Darlington inaugurado en 1825 ha pasado a la historia como el primero abierto al público en usar locomotoras de vapor, la realidad es que en sus orígenes nadie pensaba en otra cosa que en el uso de la fuerza motriz de los caballos. Cuando en 1821 el parlamento inglés aprobó la ley que autorizaba su construcción no se mencionaban las locomotoras de vapor por ningún sitio. Es más, el sello que diseñaron los promotores ese mismo año mostraba unos cuantos vagones tirados por un equino. La promoción del uso de caballos potenciaba una fuente lucrativa de ingresos que la propia ley permitía explícitamente: cualquier persona con vehículos apropiados podía montarlos en la vía y utilizarla tras el pago de un peaje.



El resultado, cuando los dueños decidieron que introducirían máquinas de vapor, fueron momentos de auténtico caos. Ha llegado a nuestros días que en 1830 la vía era utilizada por 50 caballos que compartían el tráfico con 19 locomotoras, cada una viajando a distinta velocidad. Una regulación del tráfico obligaba a los conductores de los trenes tirados por caballos a dejar pasar a trenes a vapor, más rápidos, pero muchos hacían caso omiso y no cogían las “vías auxiliares” construidas para ello. De hecho, se daban situaciones impensables hoy en día, como conductores que dejaban carruaje y caballo “aparcado” en la vía mientras se iban a tomar algo en algún local cercano o disputas de conductores que se resolvían a puñetazos a pie de vía mientras el caballo y los vagones bloqueaban el tráfico. Con este panorama no es de extrañar que fueran habituales los accidentes con trenes que atropellaban y mataban caballos.

Afortunadamente, los accidentes fueron minoritarios, pues no había muchos conductores irresponsables parándose donde les apetecía. Pero sí era habitual la existencia de jinetes poco respetuosos con la ley que no dejaban pasar a locomotoras más rápidas. El resultado era que se formaban grupos de trenes viajando todos a la velocidad del primer convoy del grupo, más lento.

Entrada

La entrada está formada por distintos casos de prueba, cada uno con dos líneas.

La primera línea de cada caso contiene el número N de trenes en la vía (hasta 500.000). La segunda línea tiene la velocidad a la que avanzaba cada convoy (hasta 10^9). Para nuestro análisis en el que nadie cede el paso para ser adelantado, no es relevante saber cuál era tirado por caballos y cual por locomotora de vapor.

Ten en cuenta que la vía está descrita desde el punto de salida, es decir el primer convoy que aparece es el último que salió de forma que, si su velocidad es mayor que el que lo precede en la vía (el segundo de la entrada), deberá reducirla.

Salida

Por cada caso de prueba se escribirá una línea con un único número que indica el número de grupos de trenes que se forman si nadie cede el paso a nadie y la vía es lo suficientemente larga como para que los más rápidos alcancen a los más lentos.

Entrada de ejemplo

3
3 2 1
3
2 1 3

Salida de ejemplo

1
2

Notas

En el primer caso del ejemplo tanto el tren con velocidad 3 como el de velocidad 2 se ven taponados por el de velocidad 1, formando un único grupo. En el segundo caso el tren con velocidad 1 taponar al de velocidad 2, formando un grupo mientras que el de velocidad 3 tiene vía libre y forma un grupo independiente.