



Universidad de  
**los Andes**



**FACULTAD  
DE INGENIERÍA  
Y CIENCIAS  
APLICADAS**

---

## **Tarea 5**

# **Sistemas de Transporte**

---

**Profesor:**

Rafael Delpiano

**Alumno:**

Lukas Wolff Casanova

**28 de octubre de 2024**

## 1. Equilibrio de Wardrop

Para hacer el cálculo de equilibrio de Wardrop, se identifica el trayecto más barato sin costo alguno. Posteriormente, se calcula si, usando todo el flujo en tal nodo, sigue siendo el más barato. De no ser así, se hace un equilibrio entre nodos. El valor  $u$  en base al rut es  $30/1000 = 0,03$ .

El desarrollo de las preguntas se encuentra en el [siguiente código](#)

### 1.1. Pregunta 1

Se identifica el tramo  $(h + 10)$  como el más barato. Aun así, es necesario usar ambos tramos.

Tramo costo  $h + 10 \Rightarrow f = 6,02 \Rightarrow c = 16,2$ .

Tramo costo  $2h + 12 \Rightarrow f = 2,01 \Rightarrow c = 16,02$ .

### 1.2. Pregunta 2

Se identifica el tramo  $(h + 10)$  como el más barato. Aun así, es necesario incluir el segundo tramo  $(2h + 12)$  y el tercer tramo  $(h + 15)$ .

Tramo costo  $h + 10 \Rightarrow f = 5,61 \Rightarrow c = 15,61$ .

Tramo costo  $2h + 12 \Rightarrow f = 1,82 \Rightarrow c = 15,61$ .

Tramo costo  $h + 15 \Rightarrow f = 0,61 \Rightarrow c = 15,61$ .

### 1.3. Pregunta 3

Se identifica el tramo  $(h + 10)$  como el más barato. Aun así, es necesario incluir el segundo tramo  $(2h + 12)$ , pero no así el tercer tramo  $(h + 15)$ .

Tramo costo  $h + 10 \Rightarrow f = 3,53 \Rightarrow c = 13,35$ .

Tramo costo  $2h + 12 \Rightarrow f = 0,67 \Rightarrow c = 13,35$ .

Tramo costo  $h + 15 \Rightarrow f = 0 \Rightarrow c = 15$ .

### 1.4. Pregunta 4

Para el flujo de  $AB$ , se identifican dos posibles rutas: la primera  $(A \rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow B)$  y la segunda  $(A \rightarrow B)$ . En la ruta de  $B$  hacia  $A$  solo se identifica una ruta  $(B \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow A)$ , donde se observa que el tramo  $1 \rightarrow 3$  es compartido por una ruta de ida y la ruta de vuelta.

Primera Ruta  $AB \Rightarrow f = 5,25 \Rightarrow c = 28,77$ .

Segunda Ruta  $AB \Rightarrow f = 14,77 \Rightarrow c = 28,77$ .

Primera Ruta  $BA \Rightarrow f = 10,03 \Rightarrow c = 46,09$ .

### **1.5. Pregunta 5**

Para el flujo desde 0 hacia 1 se identifican 3 rutas posibles: la primera ( $0 \rightarrow A \rightarrow 1$ ), la segunda ( $0 \rightarrow B \rightarrow 1$ ) y la tercera ( $0 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow 1$ ). Para el flujo desde 0 hacia 2 se identifican 3 rutas posibles: la primera ( $0 \rightarrow 2$ ), la segunda ( $0 \rightarrow B \rightarrow 2$ ) y la tercera ( $0 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow 2$ ). Se puede notar que hay tramos compartidos en varias ocasiones, por lo tanto, es necesario generar un análisis en conjunto de toda la red, dando como resultado:

Primera Ruta  $0 \rightarrow 1 \Rightarrow f = 76,36 \Rightarrow c = 17,27$ .

Segunda Ruta  $0 \rightarrow 1 \Rightarrow f = 76,36 \Rightarrow c = 17,27$ .

Tercera Ruta  $0 \rightarrow 1 \Rightarrow f = 47,57 \Rightarrow c = 17,27$ .

Primera Ruta  $0 \rightarrow 2 \Rightarrow f = 111,07 \Rightarrow c = 13,11$ .

Segunda Ruta  $0 \rightarrow 2 \Rightarrow f = 55,53 \Rightarrow c = 13,11$ .

Tercera Ruta  $0 \rightarrow 2 \Rightarrow f = 33,69 \Rightarrow c = 13,11$ .