

**TTM – “De grafos con FERSA”**

**FERSA**

Shaping the future of Motion  
Technology



# ÍNDICE

I – Introducción a los Grafos

II – Algoritmo BFS

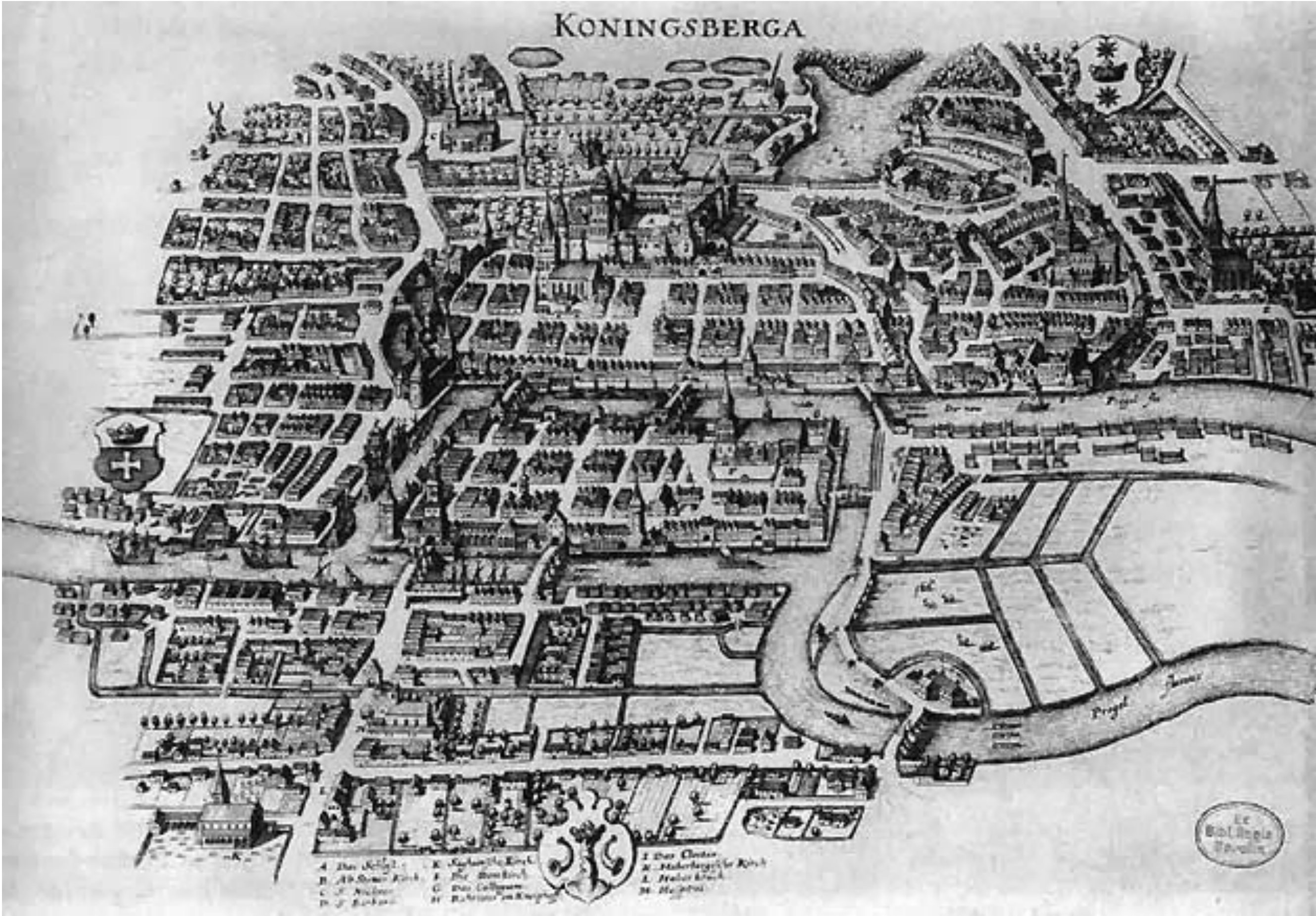
III – Algoritmo de Dijkstra

IV – Sort Topológico



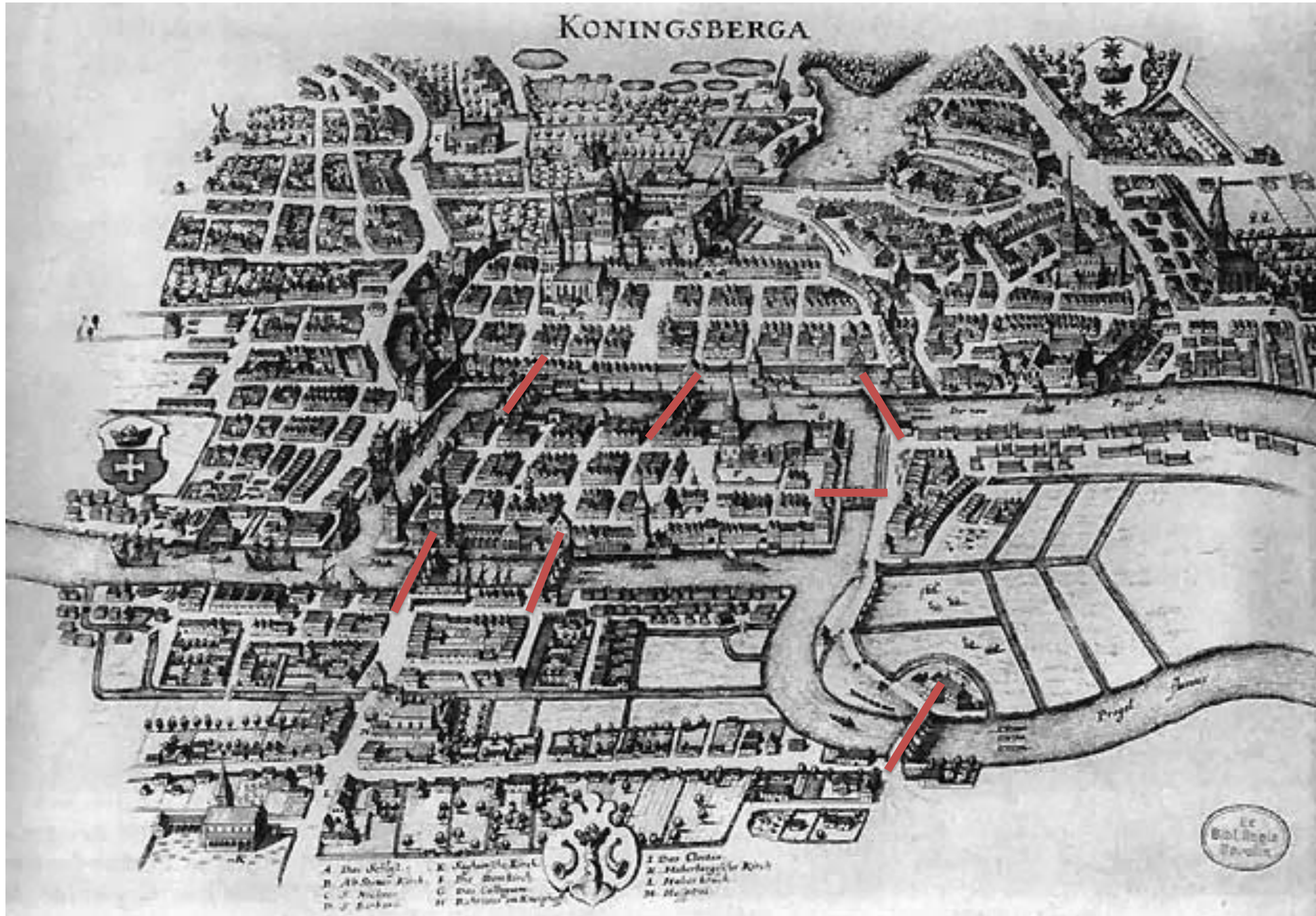


# Problema de los puentes de Königsberg: Planteamiento

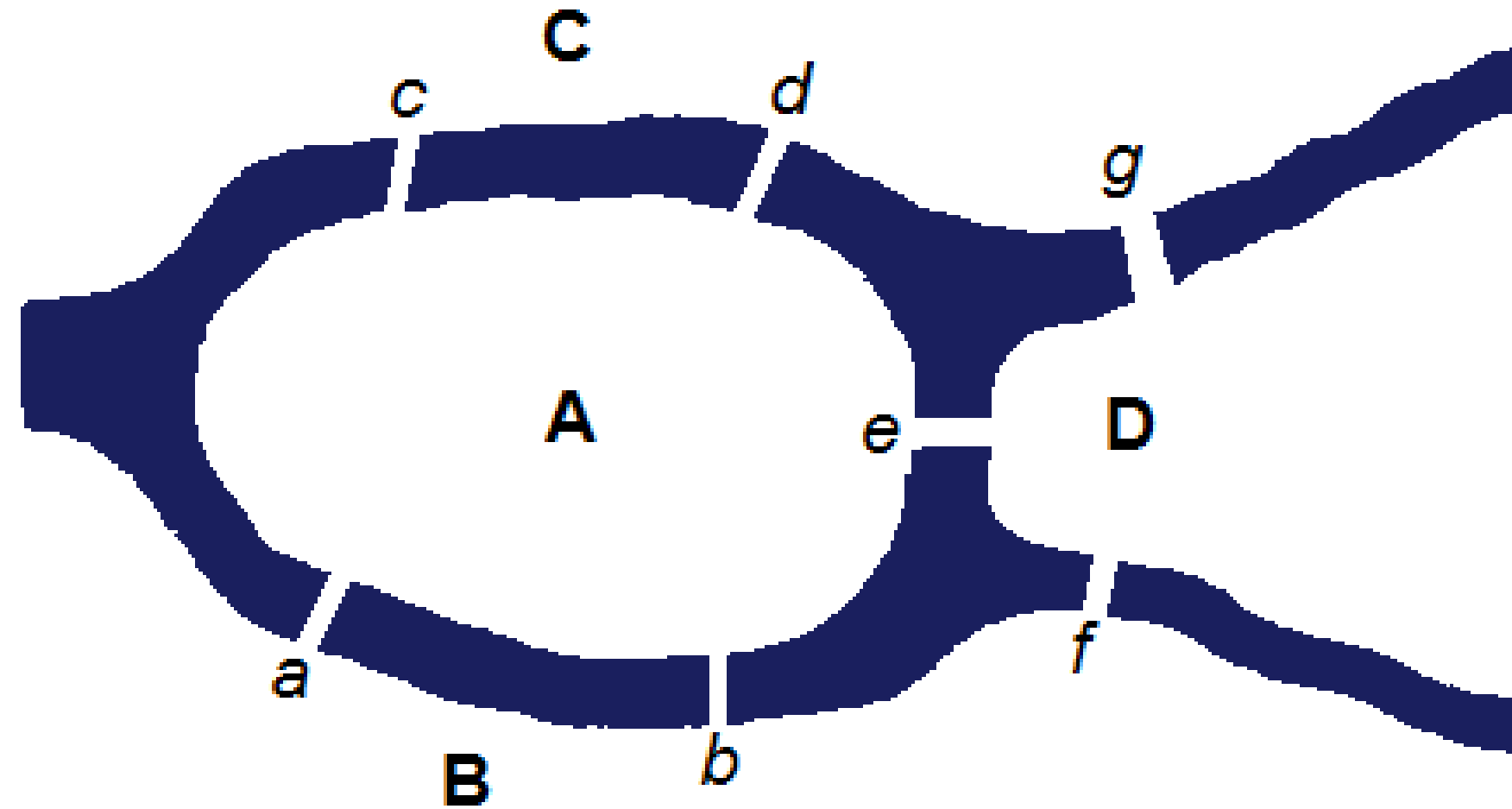




# Problema de los puentes de Königsberg: Planteamiento



## Problema de los puentes de Königsberg: Planteamiento

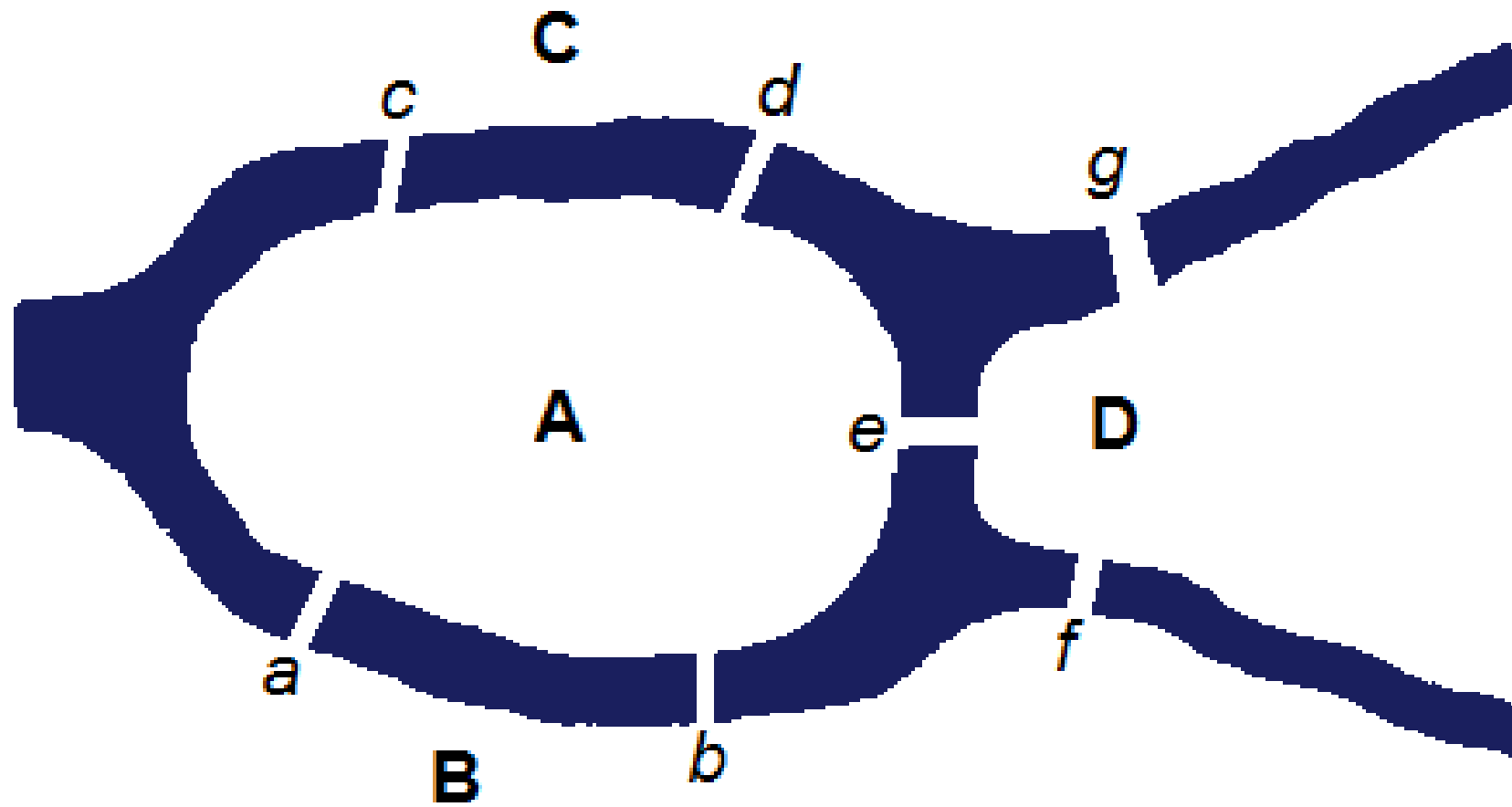


Partiendo de cualquiera de las zonas de la ciudad,  
¿puedo cruzar todos los puentes **una y solo una** vez y volver a la **misma zona**?

!!!INTENTADLO!!!

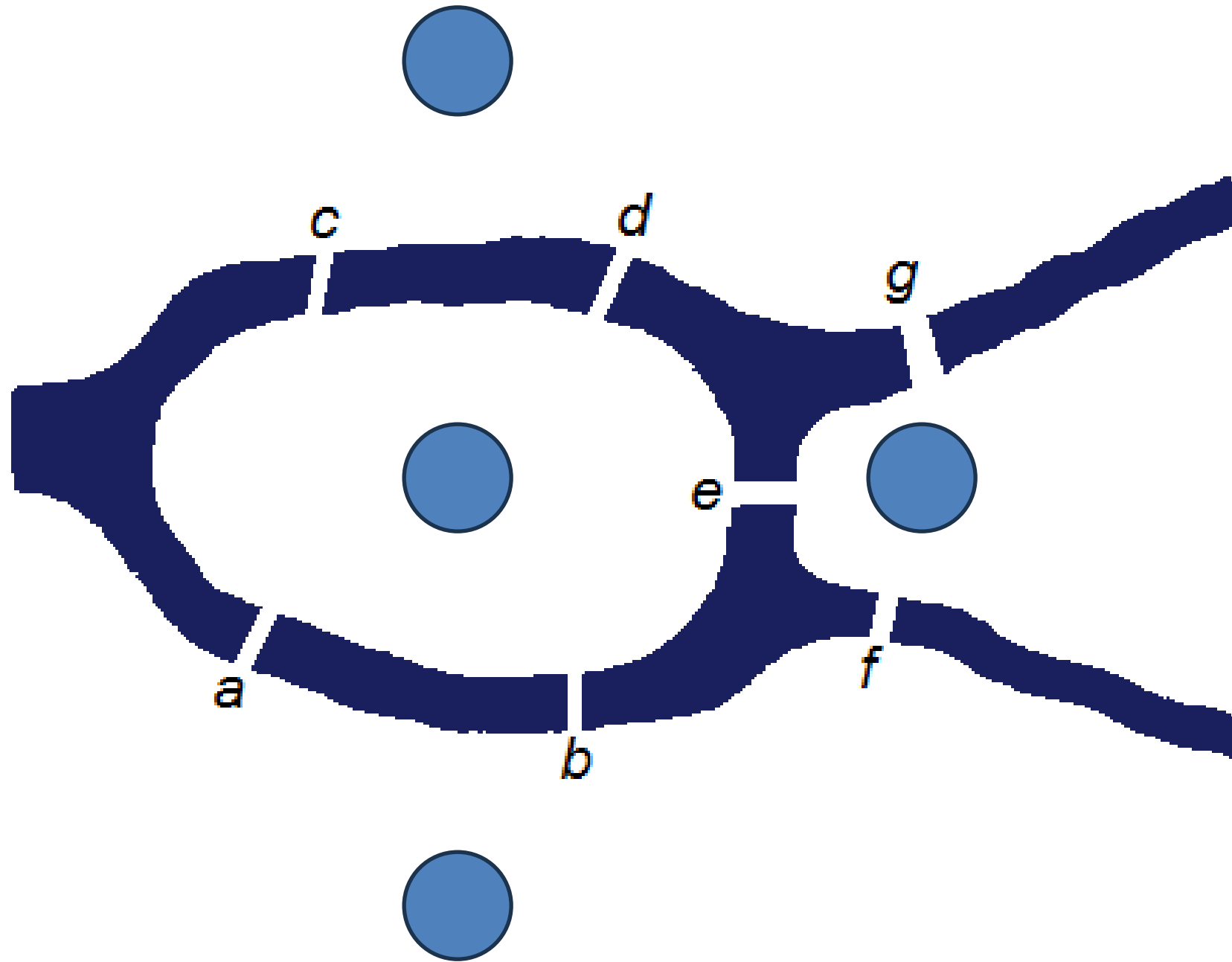


# Problema de los puentes de Königsberg: Abstracción



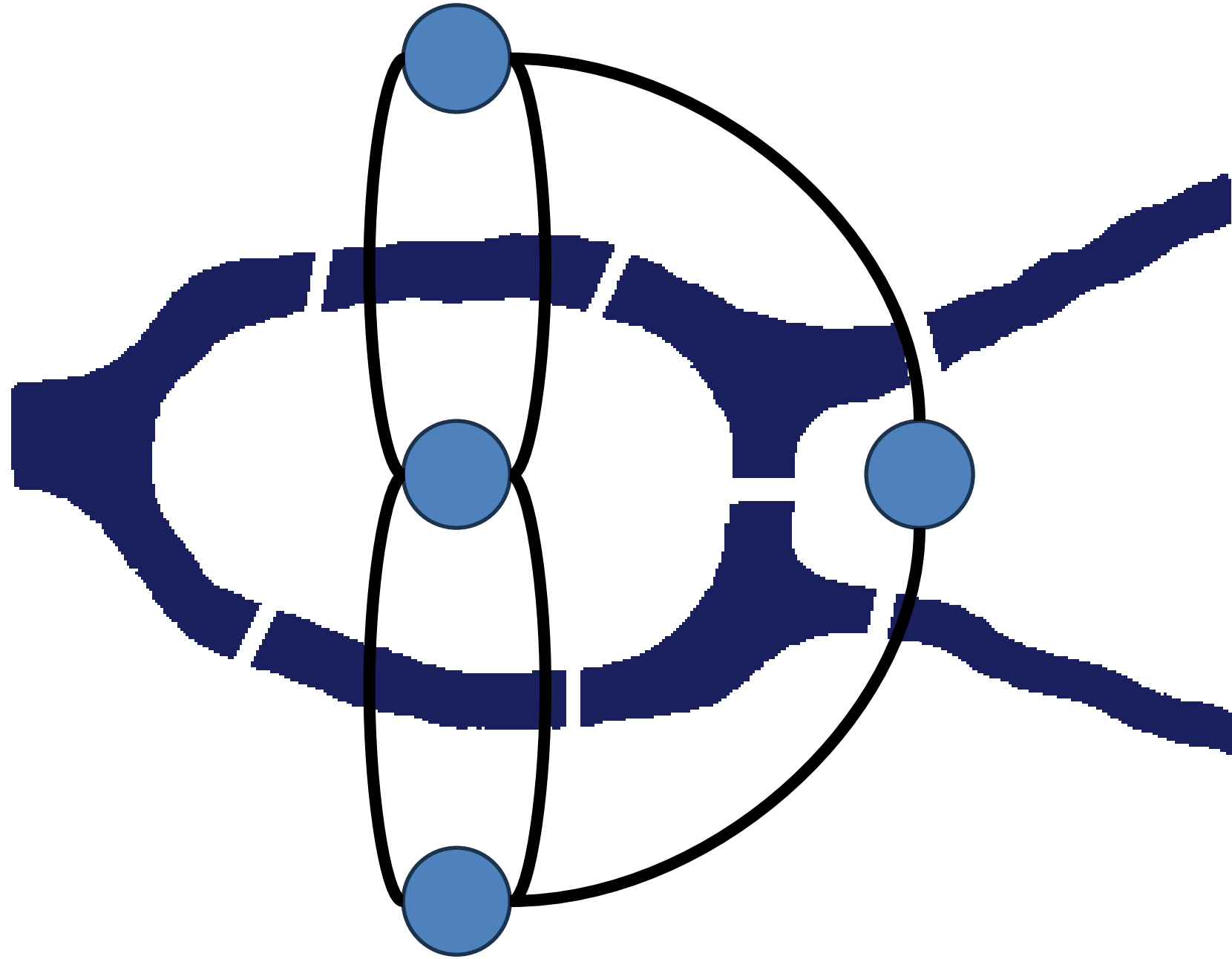
Leonhard Euler  
(1707-1783)

# Problema de los puentes de Königsberg: Abstracción



Leonhard Euler  
(1707-1783)

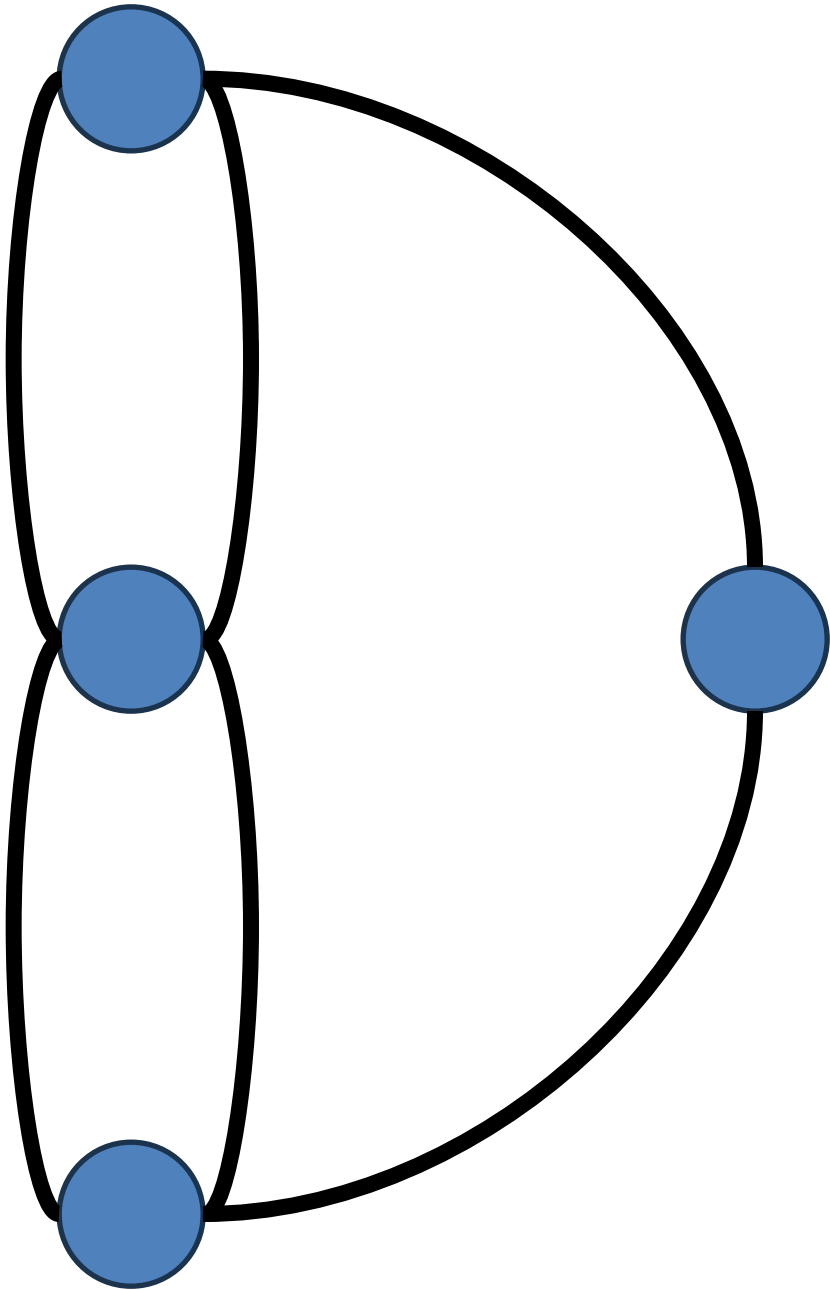
# Problema de los puentes de Königsberg: Abstracción



Leonhard Euler  
(1707-1783)



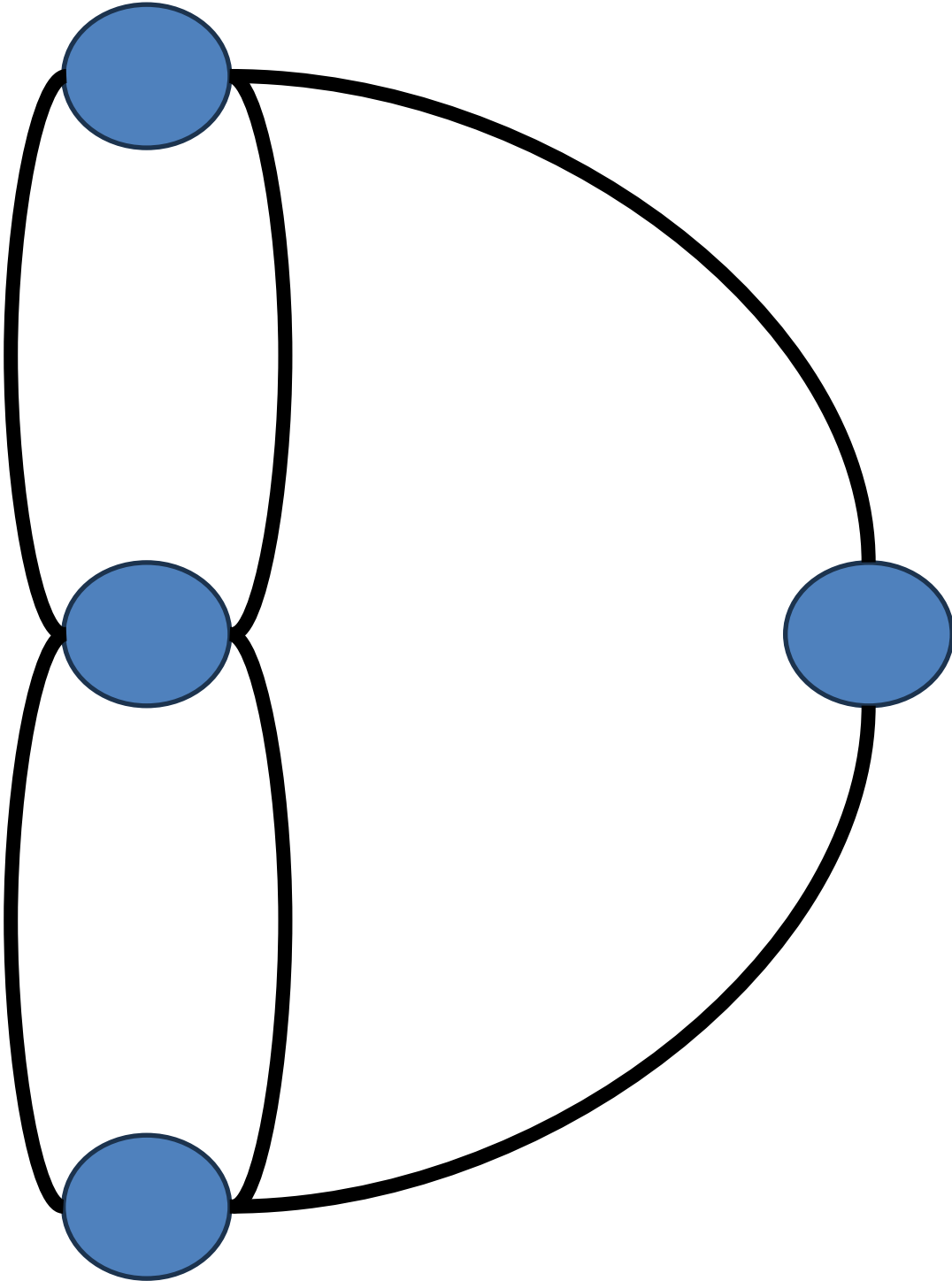
# Problema de los puentes de Königsberg: Abstracción



Leonhard Euler  
(1707-1783)

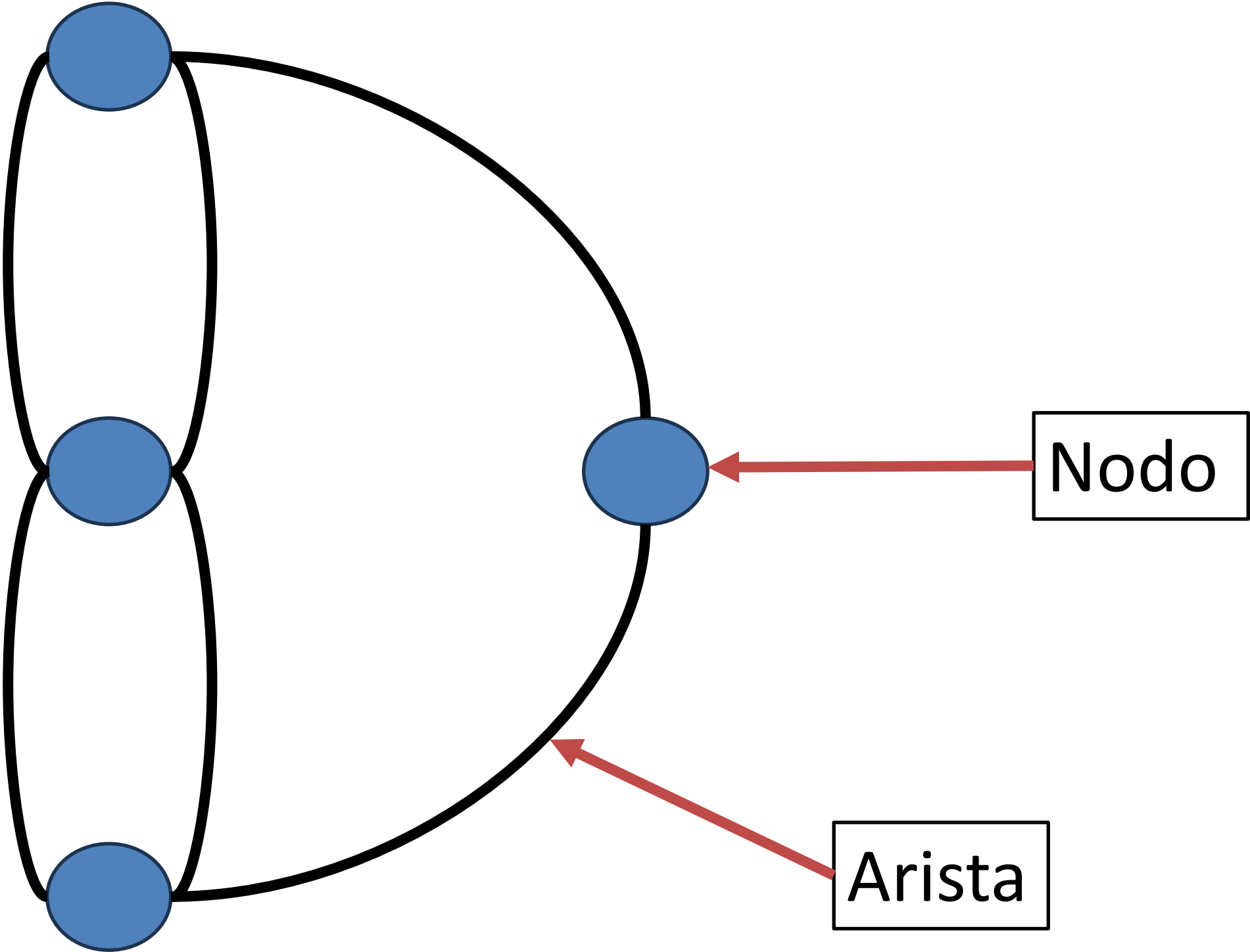


# Concepto de grafo



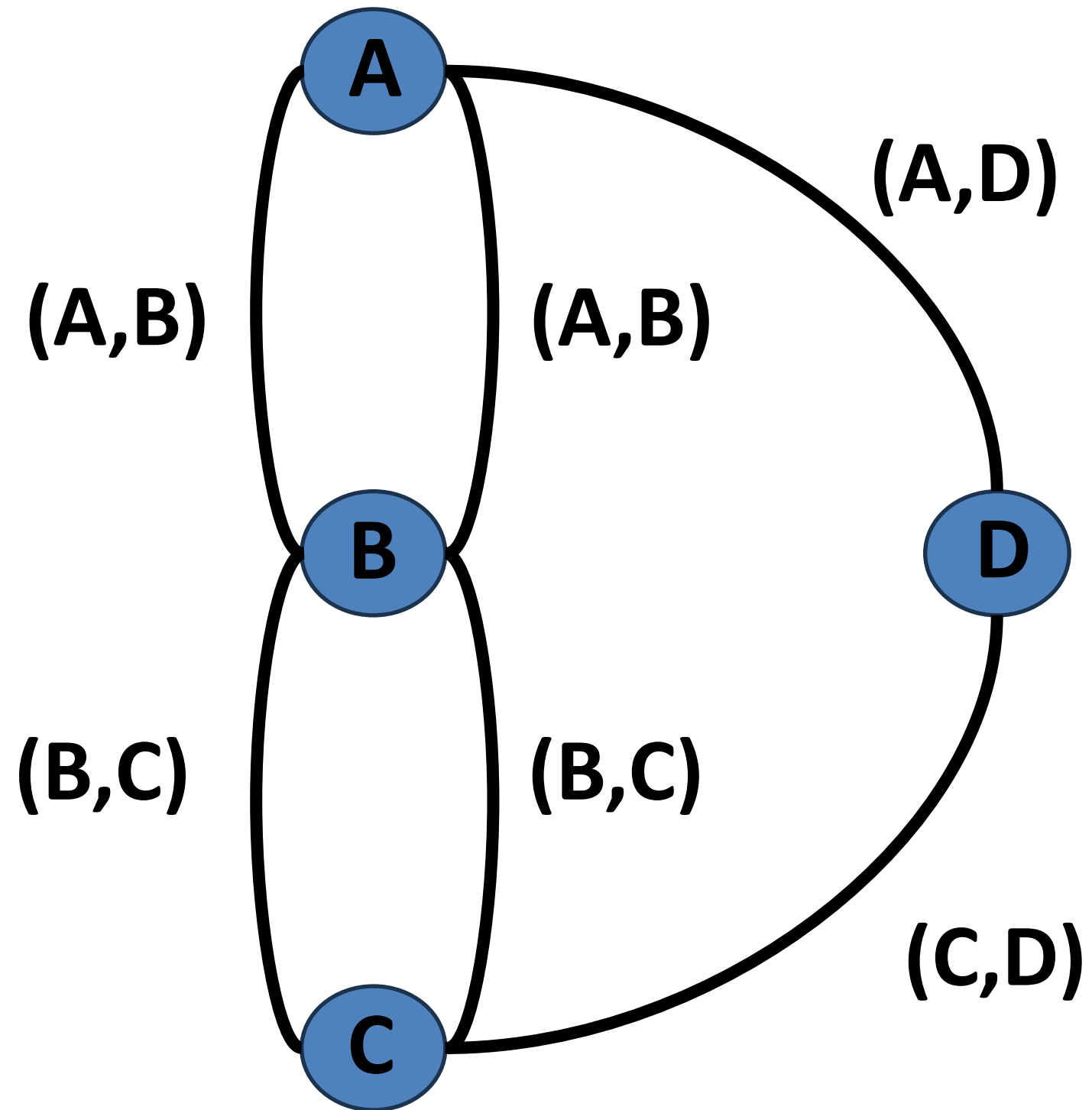


# Concepto de grafo





# Concepto de grafo

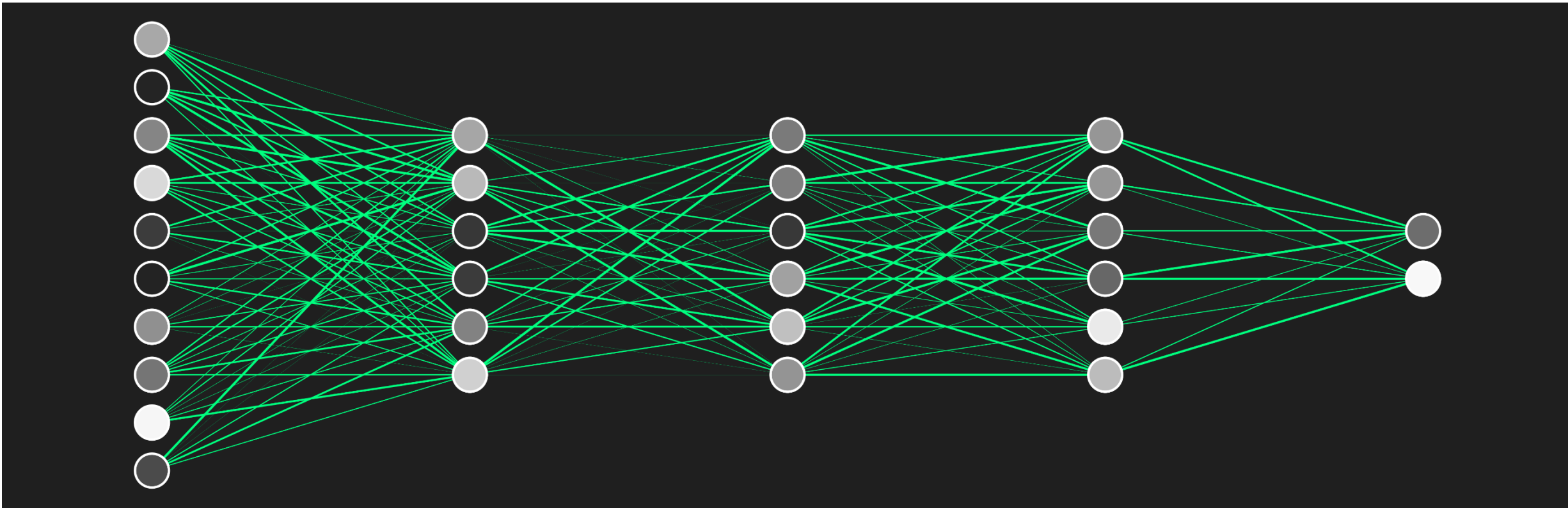


Nodos:  
{A, B, C, D}

Aristas:  
{(A,B), (A,B), (B,C), (B,C), (A,D), (C,D)}



# Ejemplos de grafos



# Clasificación grafos

Dirigidos



$$(A,B) \neq (B,A)$$

No dirigidos



$$(A,B) = (B,A)$$



## Problema de los puentes de Königsberg: Caso general

### Caso general:

Dado un grafo no dirigido, ¿se puede salir de un nodo, cruzar todas las aristas una y solo una vez, y regresar al mismo nodo inicial?

## Problema de los puentes de Königsberg: Caso general

### Caso general:

Dado un grafo no dirigido, ¿se puede salir de un nodo, cruzar todas las aristas una y solo una vez, y regresar al mismo nodo inicial?



Teorema Euler

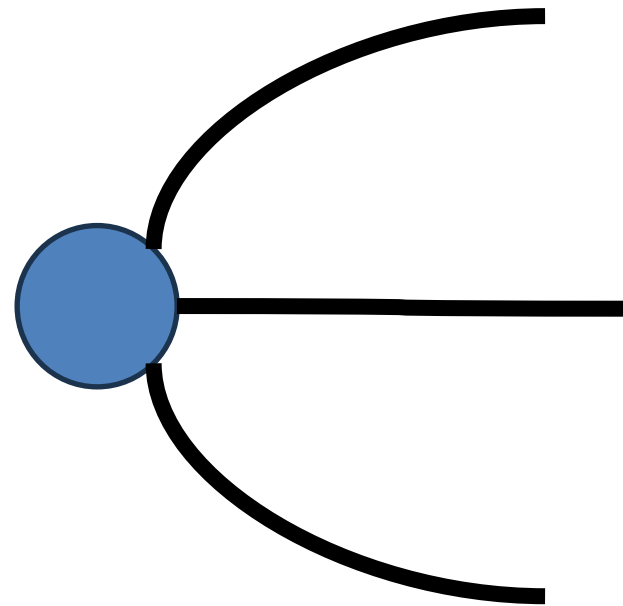
**“El problema tiene solución si y solo si de cada nodo parte un número par de aristas”**



## Problema de los puentes de Königsberg: Caso general

### Teorema Euler

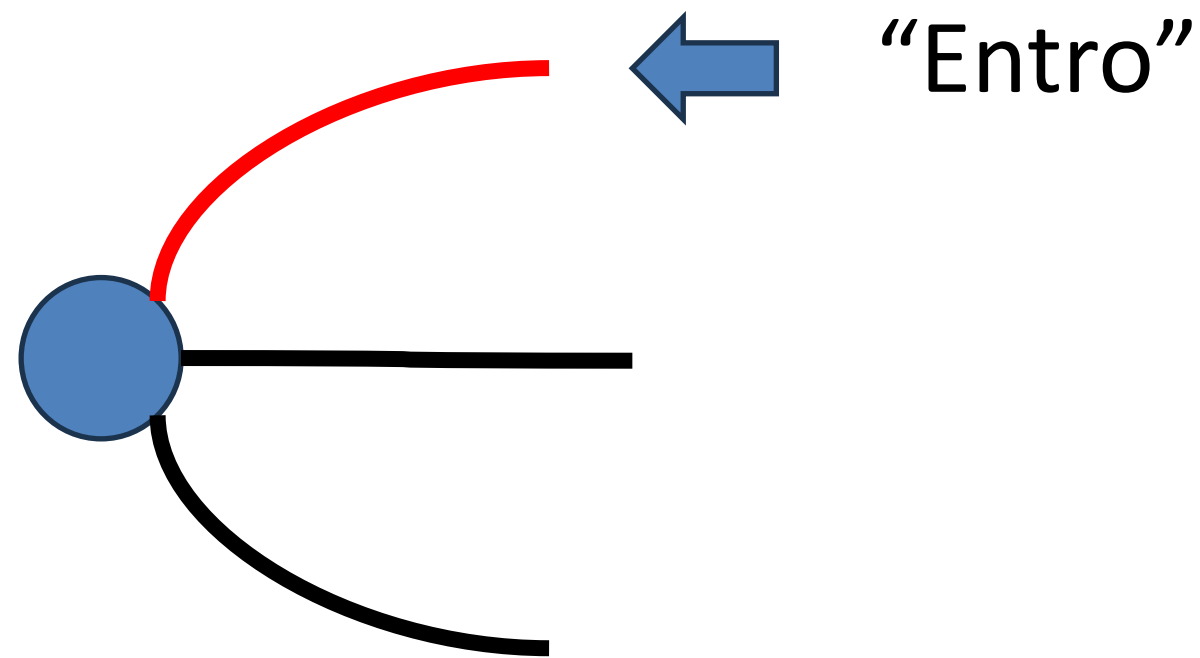
**“El problema tiene solución si y solo si de cada nodo parte un número par de aristas”**



## Problema de los puentes de Königsberg: Caso general

### Teorema Euler

**“El problema tiene solución si y solo si de cada nodo parte un número par de aristas”**

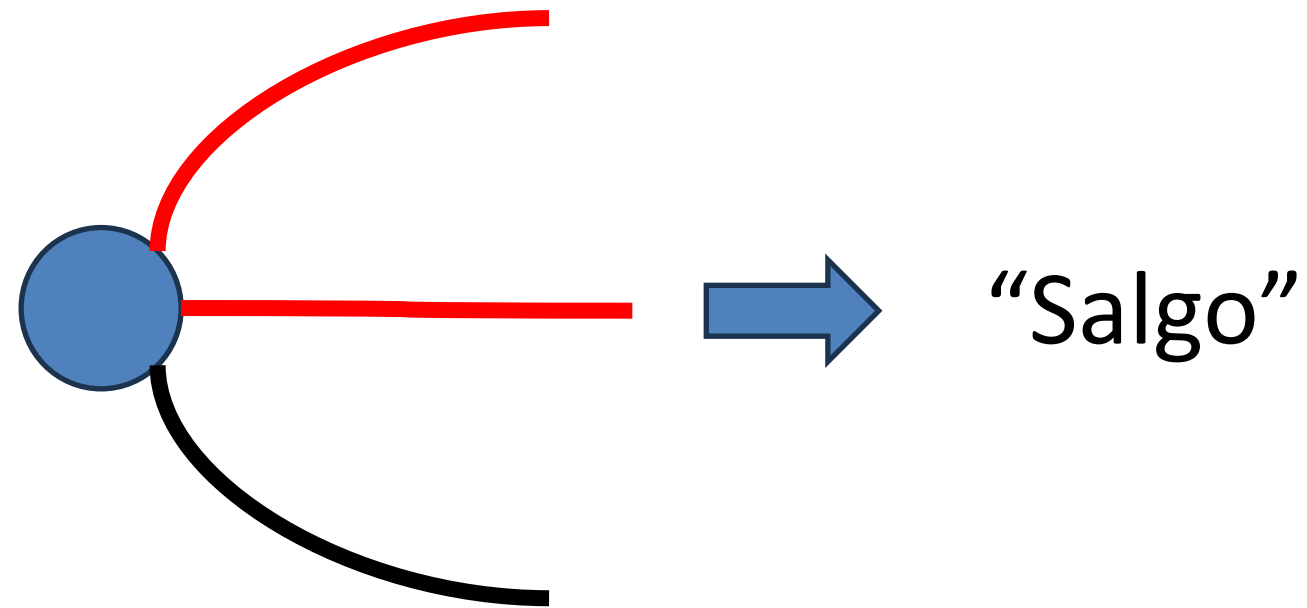




## Problema de los puentes de Königsberg: Caso general

### Teorema Euler

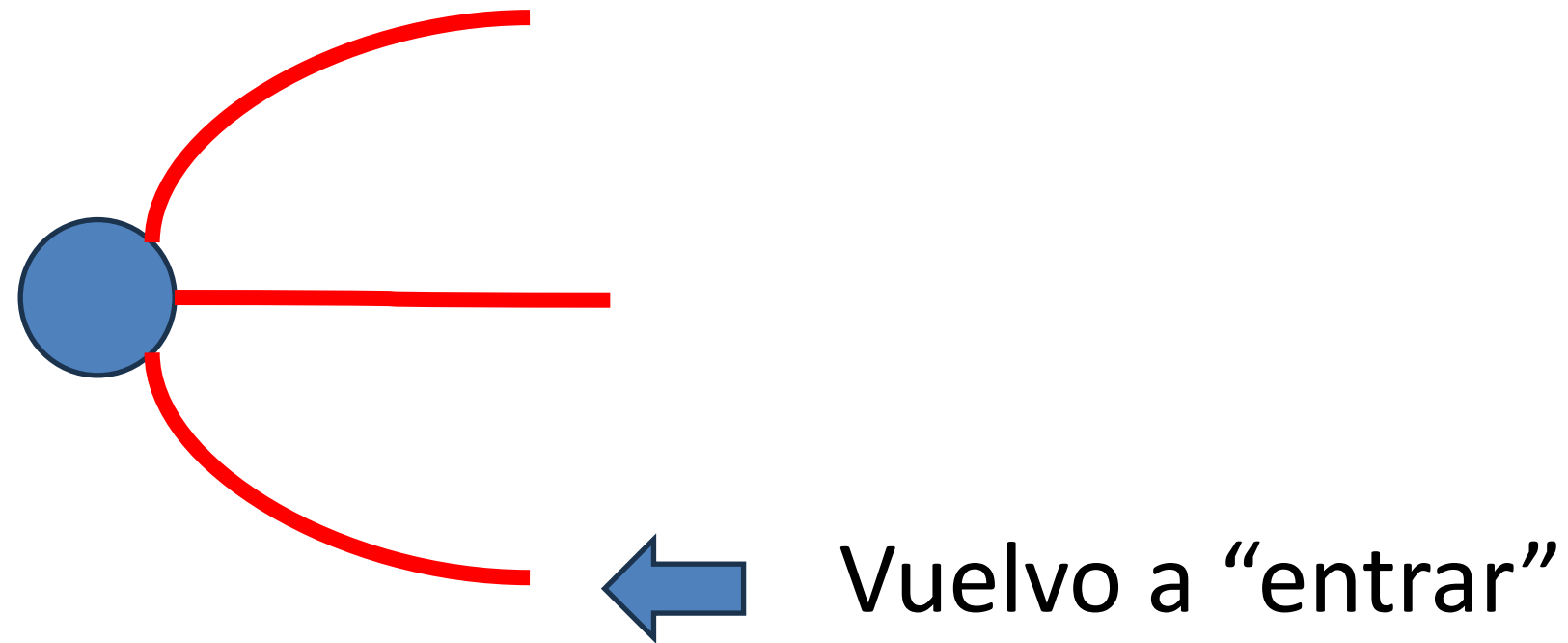
**“El problema tiene solución si y solo si de cada nodo parte un número par de aristas”**



## Problema de los puentes de Königsberg: Caso general

### Teorema Euler

**“El problema tiene solución si y solo si de cada nodo parte un número par de aristas”**

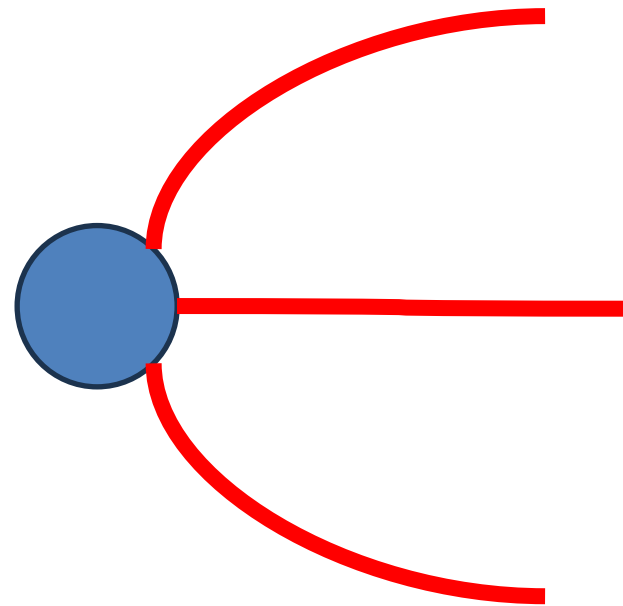




## Problema de los puentes de Königsberg: Caso general

### Teorema Euler

**“El problema tiene solución si y solo si de cada nodo parte un número par de aristas”**



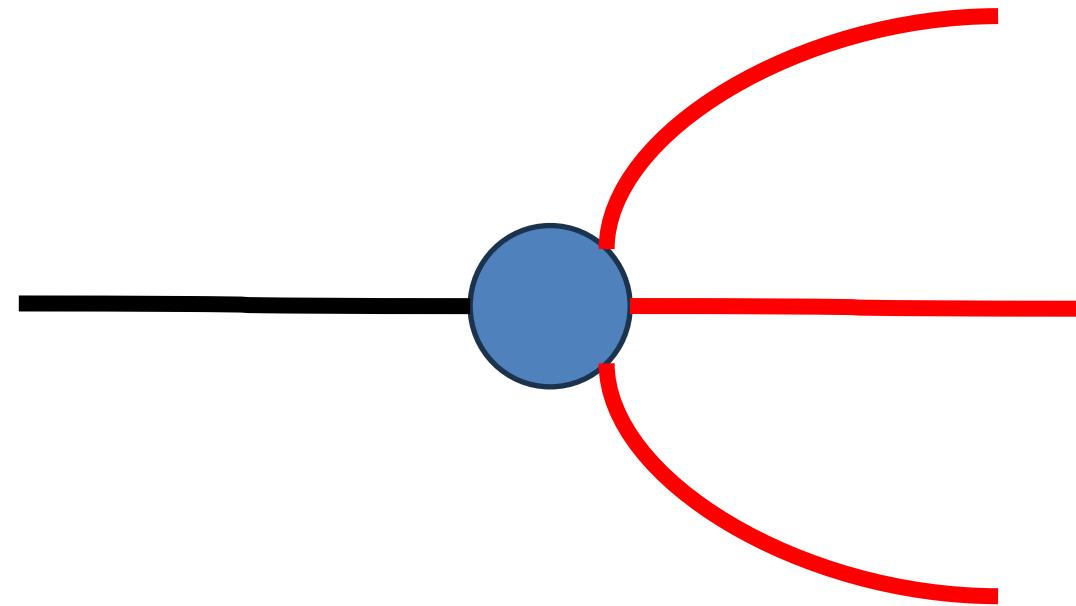
No puedo volver a “salir”, y no he partido del nodo



## Problema de los puentes de Königsberg: Caso general

### Teorema Euler

**“El problema tiene solución si y solo si de cada nodo parte un número par de aristas”**

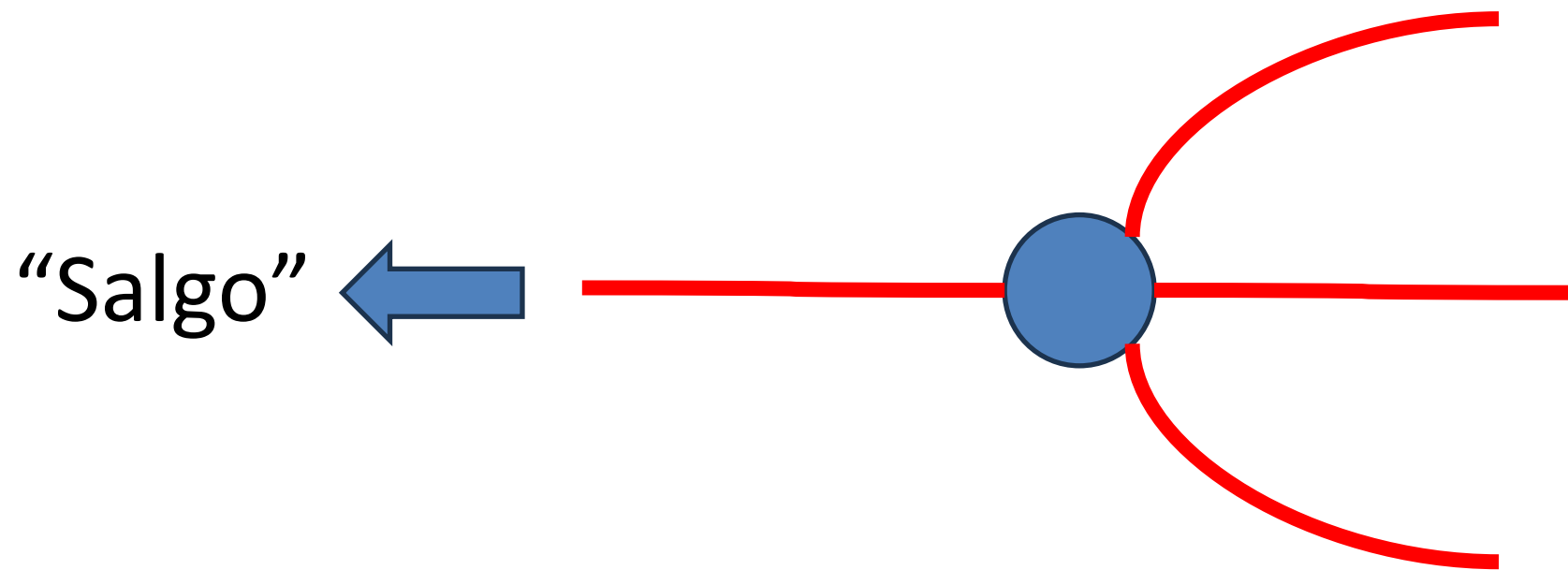


Si tengo un eje más, ya puedo volver a “salir” del nodo

## Problema de los puentes de Königsberg: Caso general

### Teorema Euler

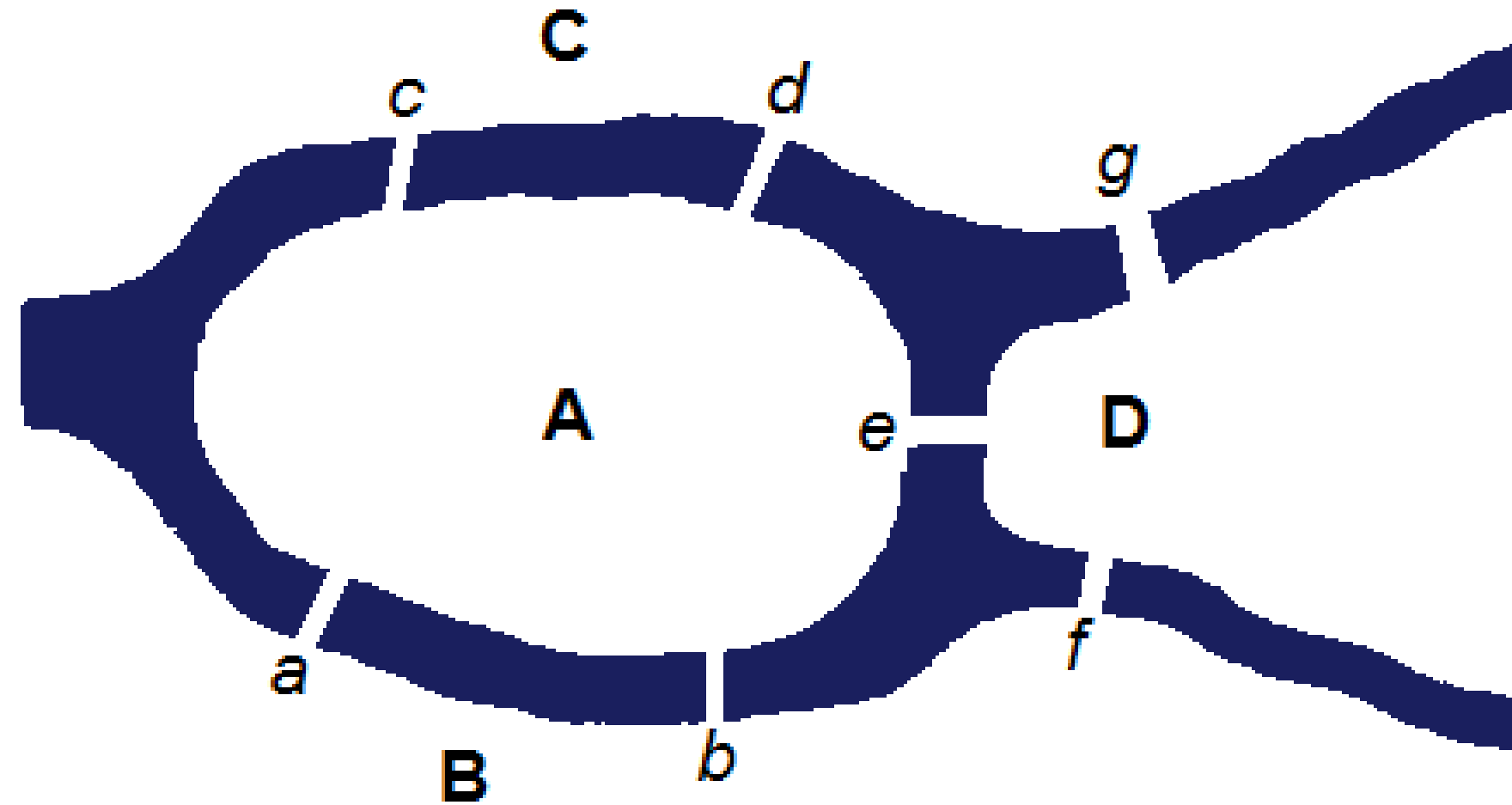
**“El problema tiene solución si y solo si de cada nodo parte un número par de aristas”**



Si tengo un eje más, ya puedo volver a “salir” del nodo

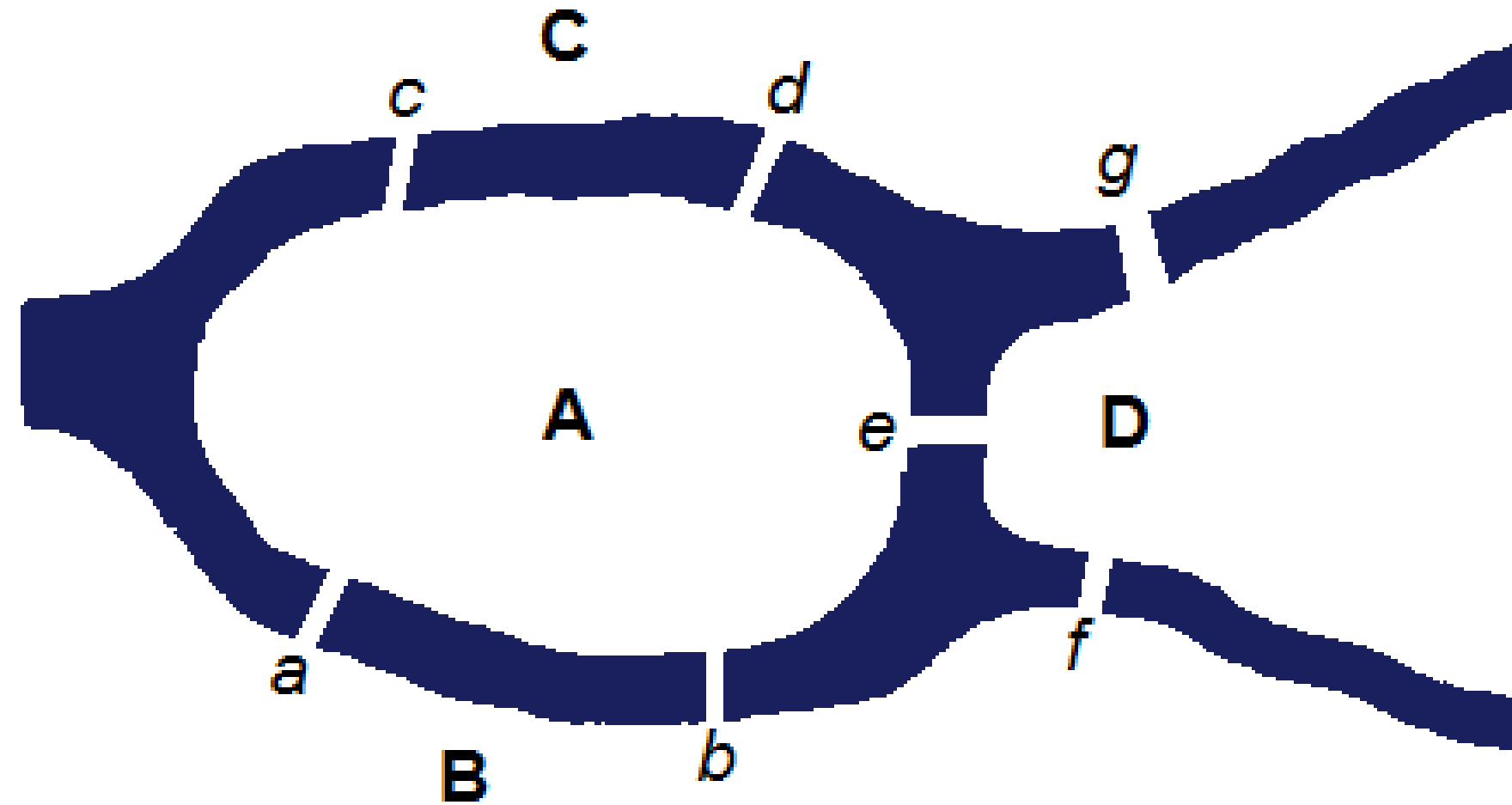


## Problema de los puentes de Königsberg: Solución



Partiendo de cualquiera de las zonas de la ciudad, ¿puedo cruzar todos los puentes **una y solo una** vez y volver a la **misma zona**?

## Problema de los puentes de Königsberg: Solución



Partiendo de cualquiera de las zonas de la ciudad, ¿puedo cruzar todos los puentes **una y solo una** vez y volver a la **misma zona**?

**¡¡¡NO!!!**



Hay zonas con número impar de aristas.



**¿Modificación para que la respuesta sea sí?**

# ÍNDICE

I – Introducción a los Grafos

II – Algoritmo BFS

III – Algoritmo de Dijkstra

IV – Sort Topológico





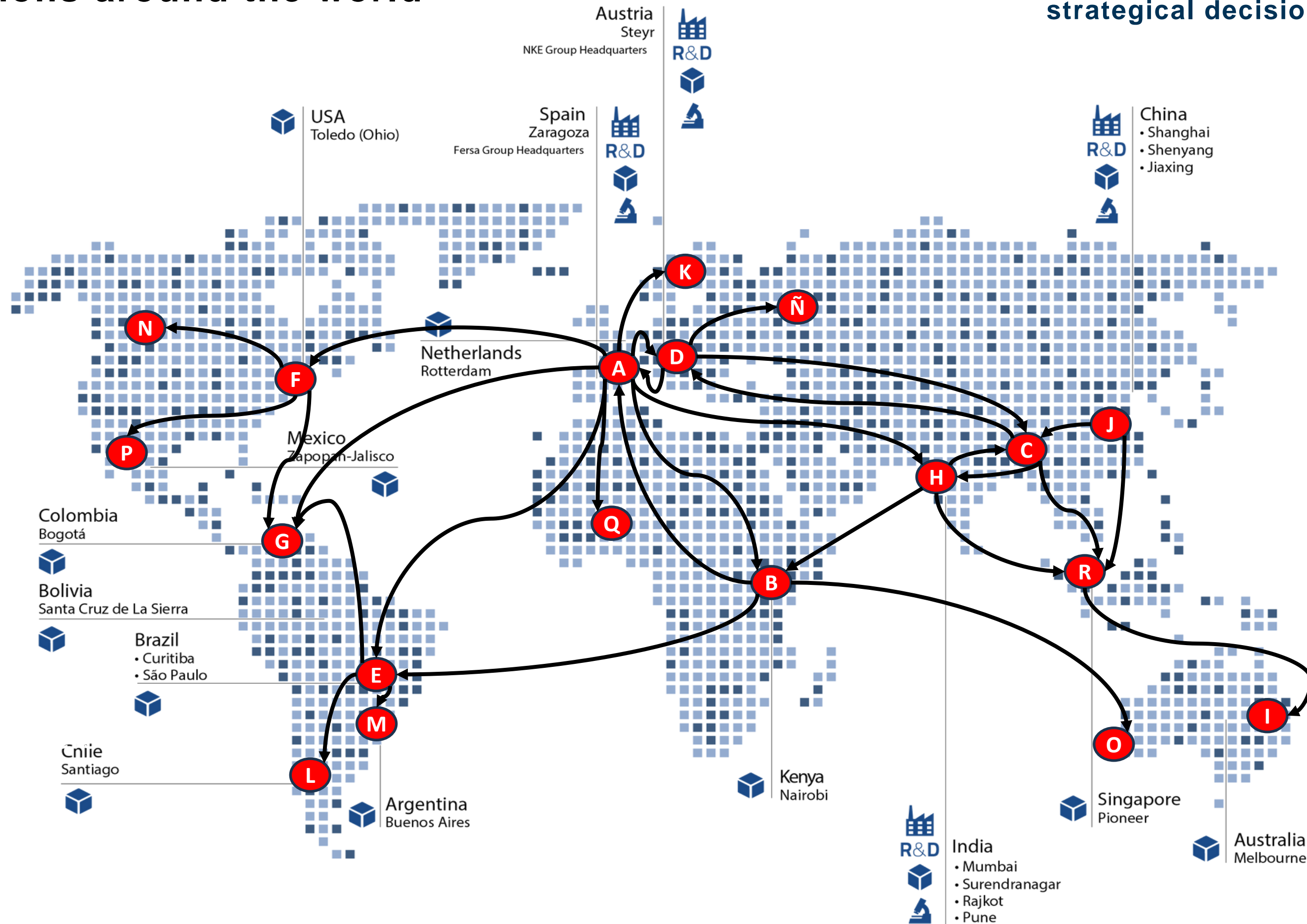
# Fersa locations around the world

Headquartered in Zaragoza, where strategical decisions are made.



# Fersa locations around the world

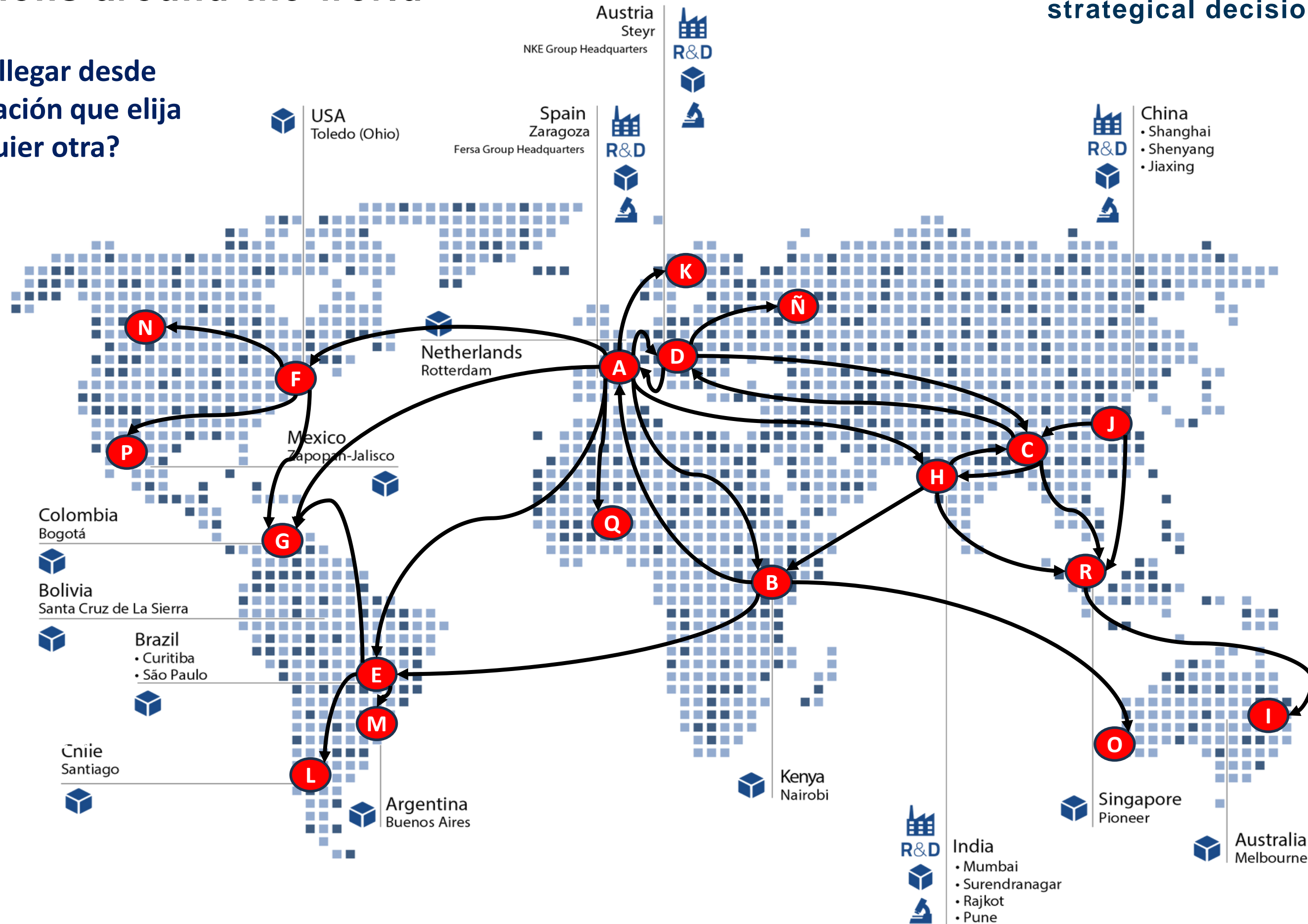
Headquartered in Zaragoza, where strategical decisions are made.



# Fersa locations around the world

Duda: ¿puedo llegar desde cualquier localización que elija hasta cualquier otra?

Headquartered in Zaragoza, where strategical decisions are made.





Duda: ¿puedo llegar desde cualquier localización que elija hasta cualquier otra?

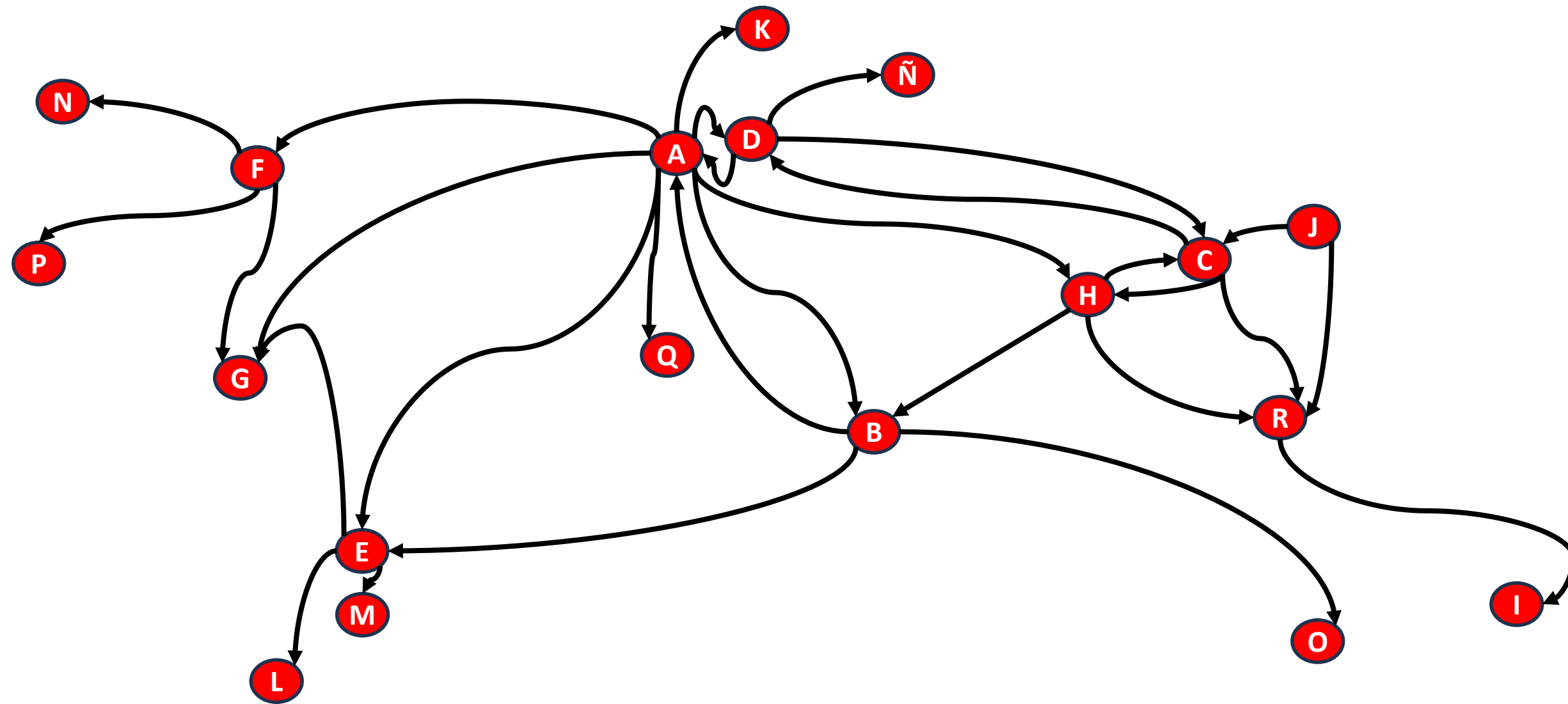
## ALGORITMO BFS

Dado un nodo inicial, devuelve los caminos dirigidos a cada uno de los nodos de del grafo para los que existe camino dirigido desde el inicial.

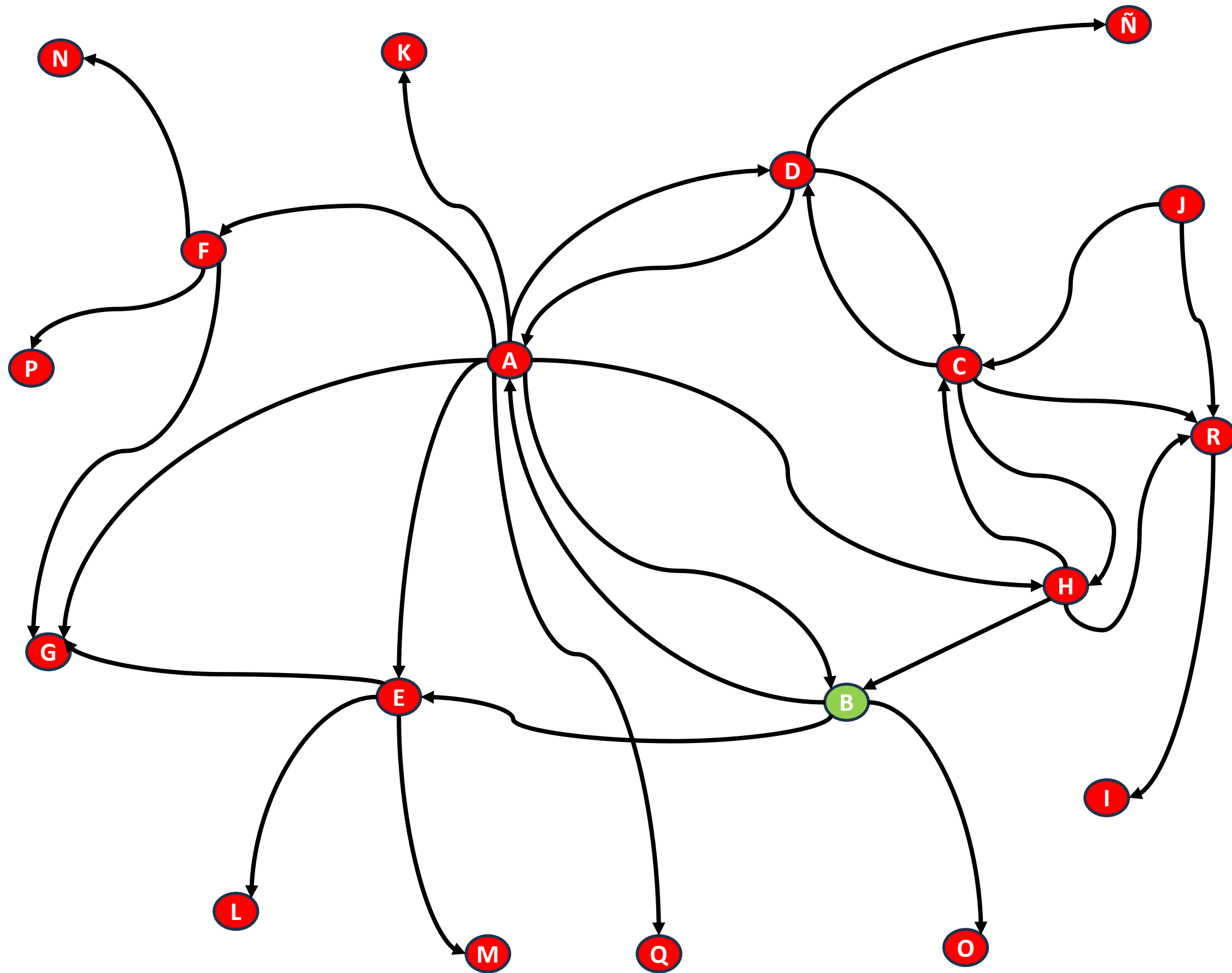
# Fersa locations around the world

Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Duda: ¿puedo llegar desde cualquier localización que elija hasta cualquier otra?



# Fersa locations around the world

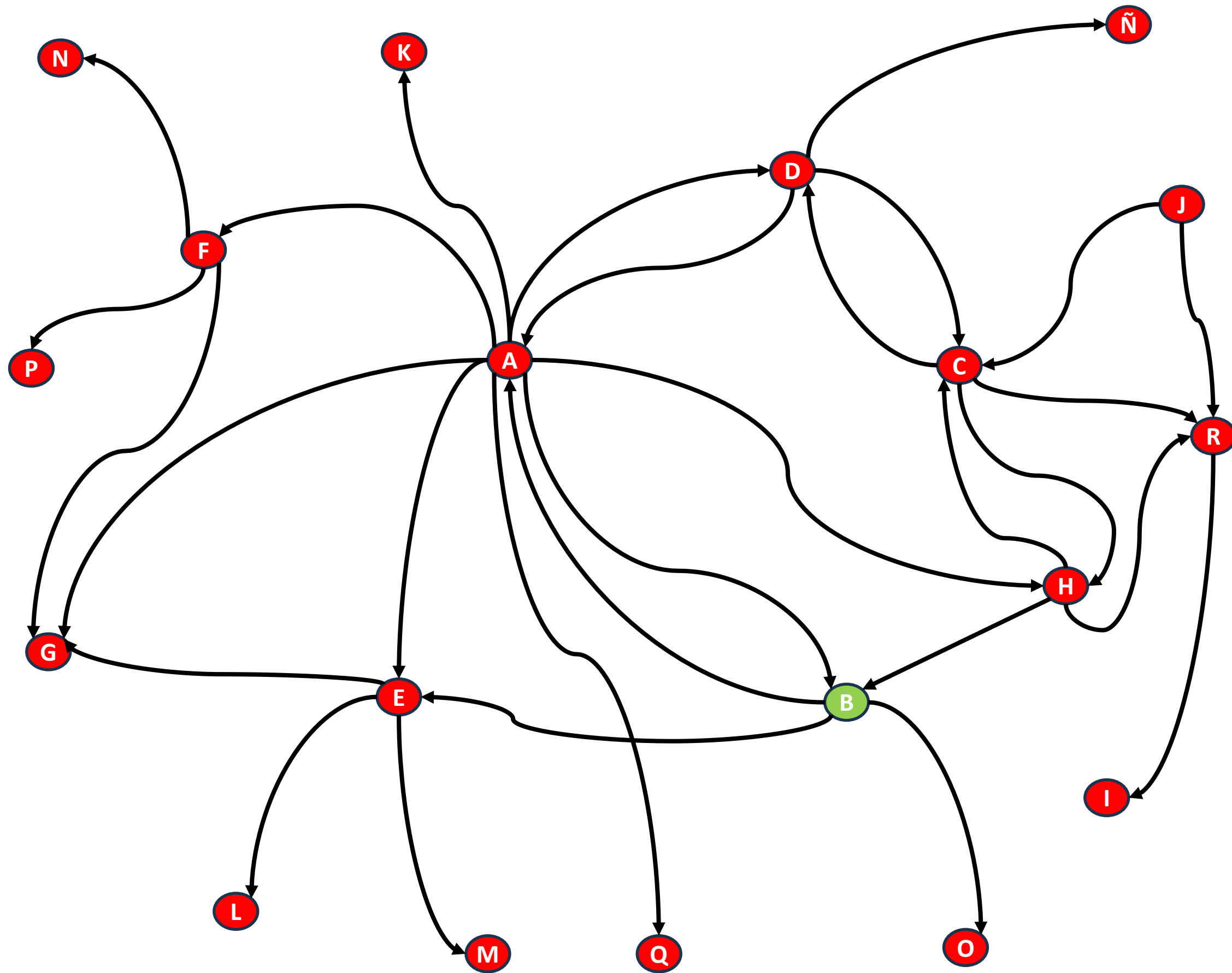


Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
H		
I		
J		
K		
L		
M		
N		
Ñ		
O		
P		
Q		
R		



# Fersa locations around the world



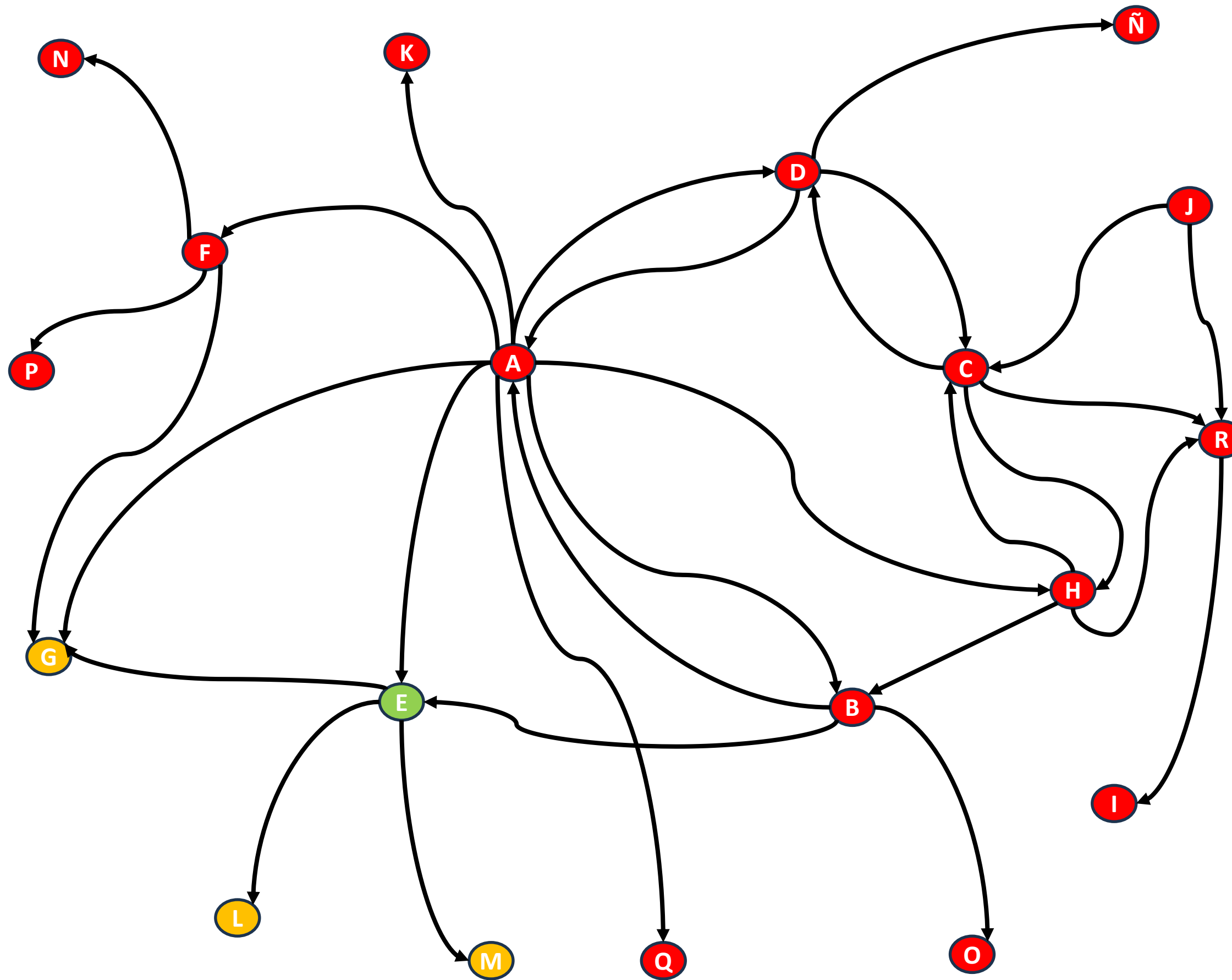
Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A		B
B	*	
C		
D		
E		
F		
G		
H		
I		
J		
K		
L		
M		
N		
Ñ		
O		
P		
Q		
R		





# Fersa locations around the world

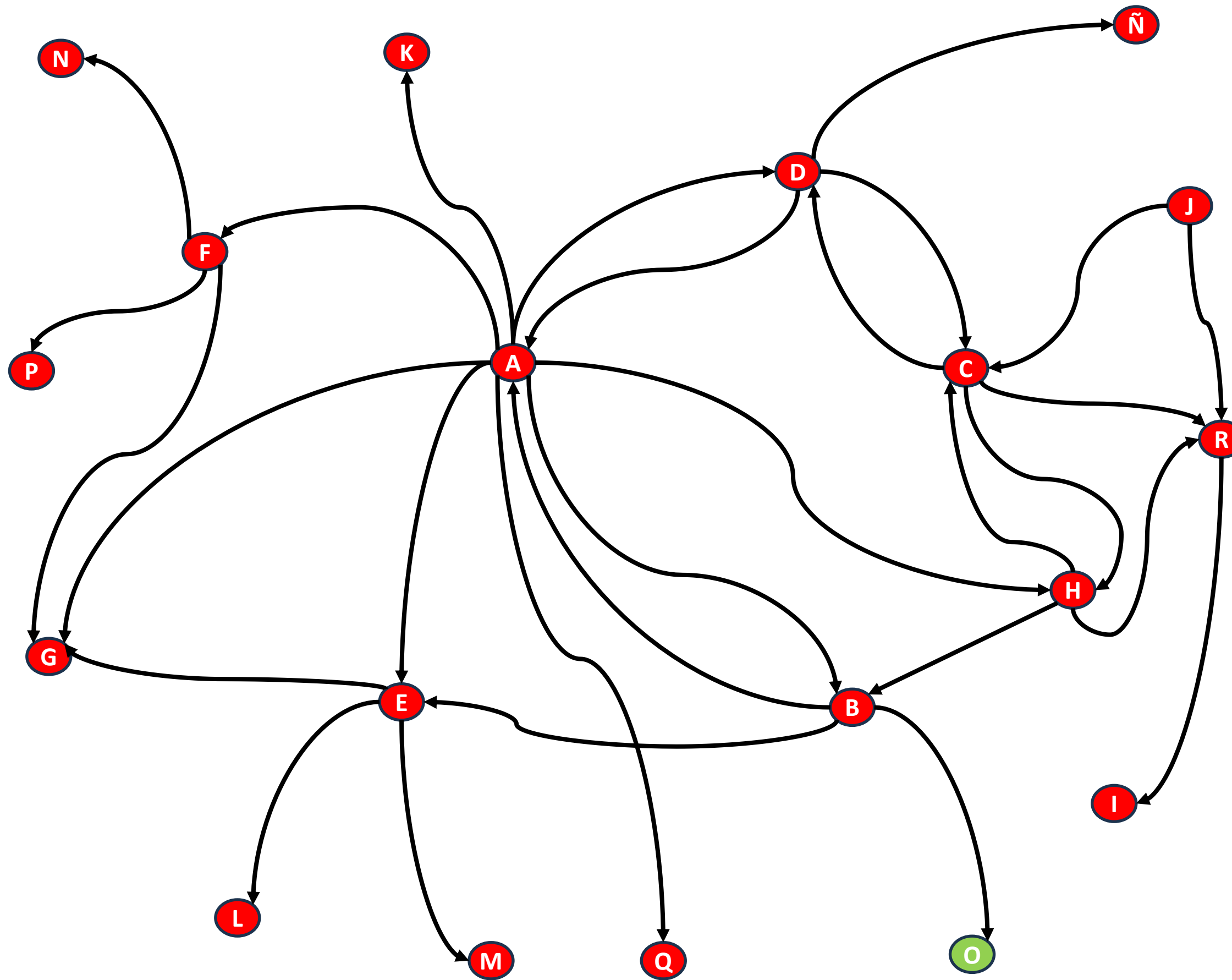


Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C		E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	
N		
Ñ		
O	B	
P		
Q	A	
R		



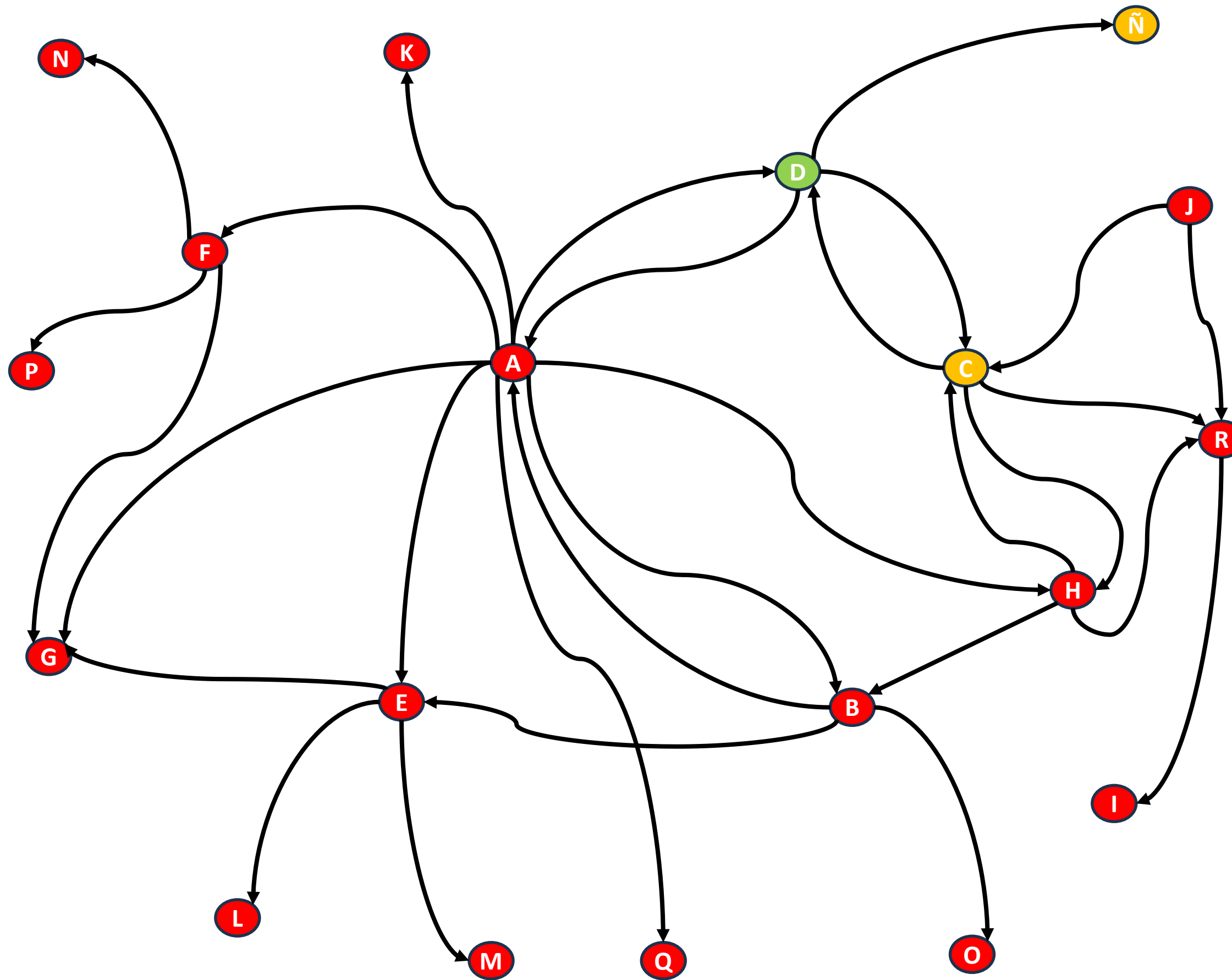
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C		E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	
N		
Ñ		
O	B	
P		
Q	A	
R		

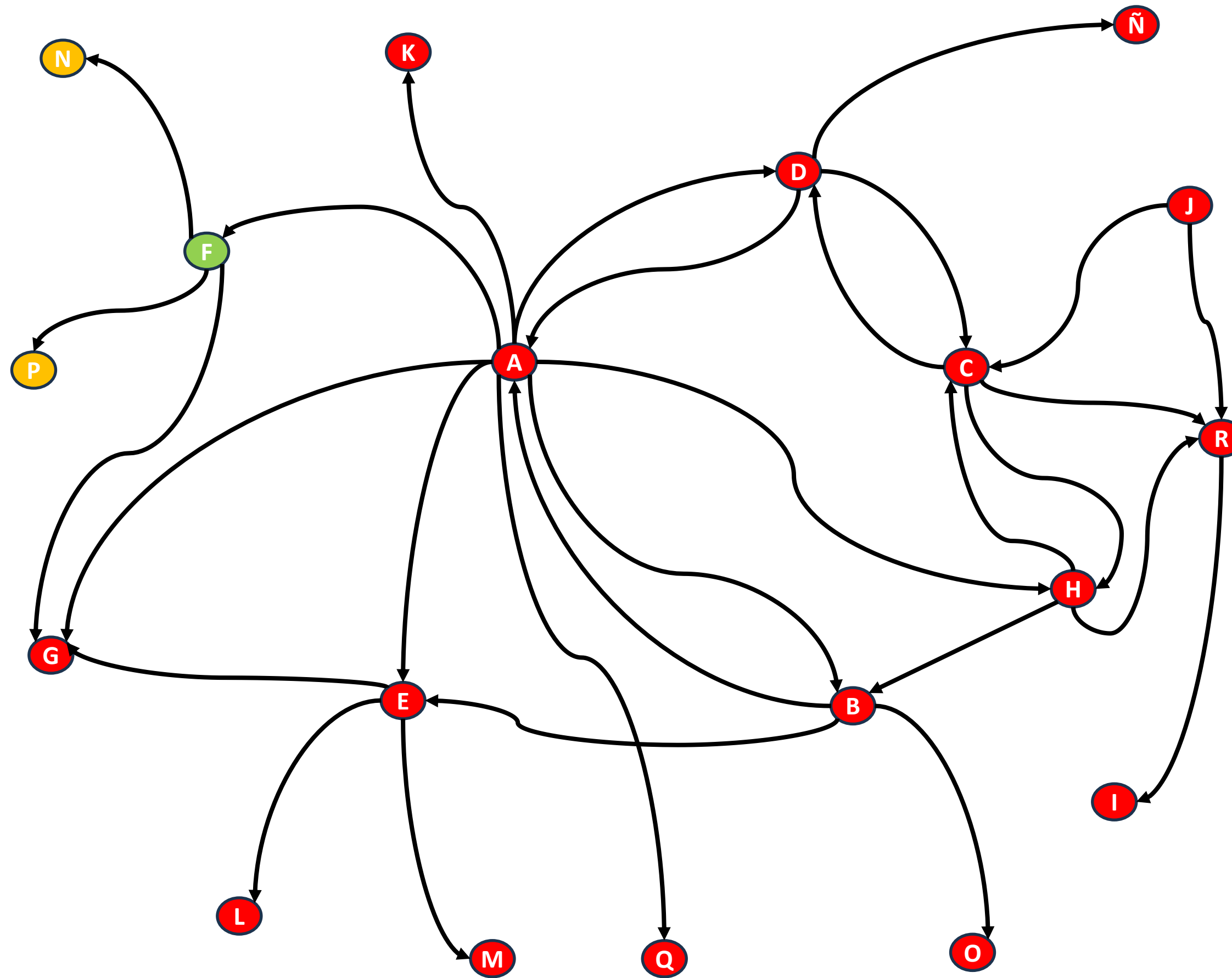
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N		Ñ
Ñ	D	
O	B	
P		
Q	A	
R		

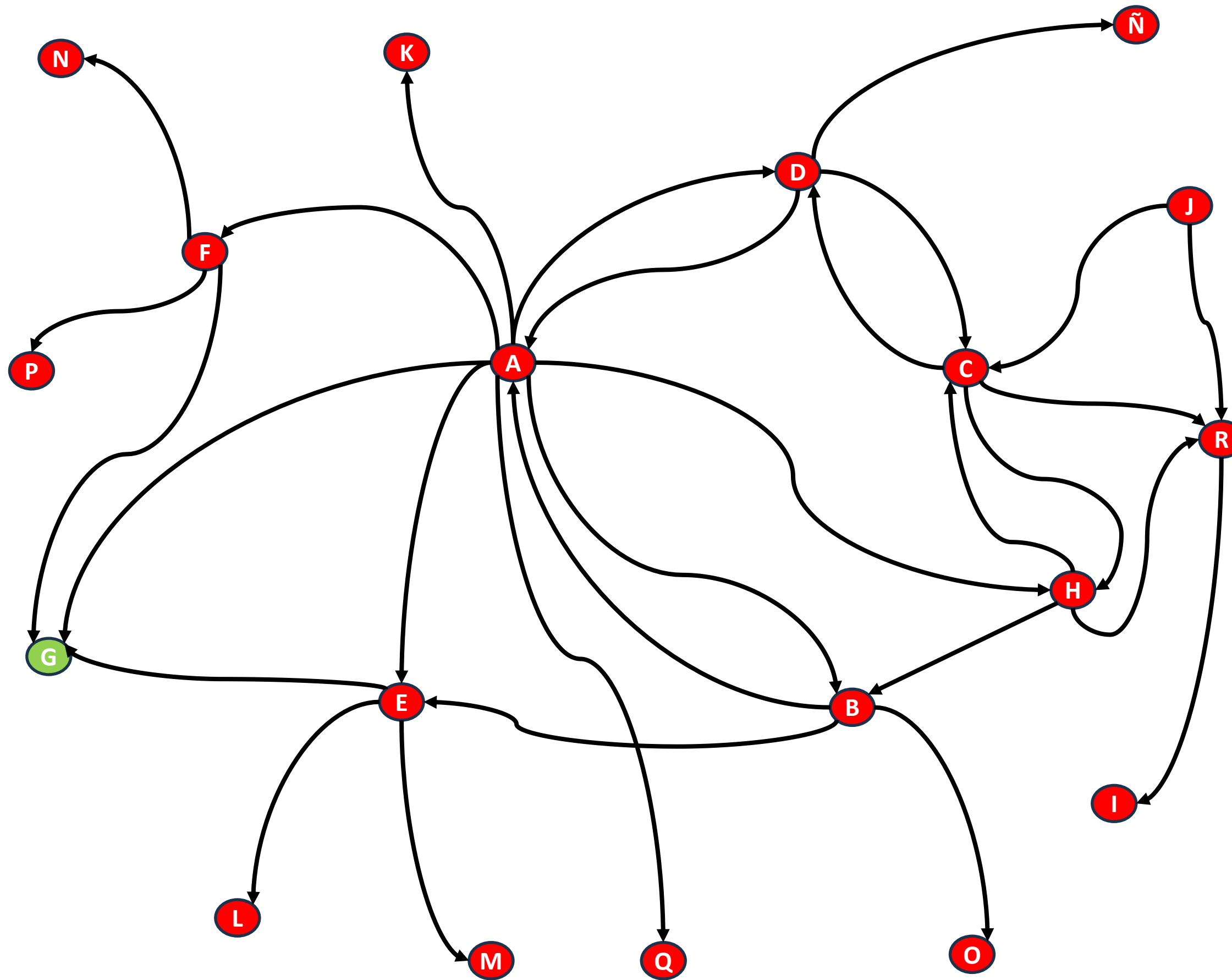
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	
Q	A	
R		

# Fersa locations around the world

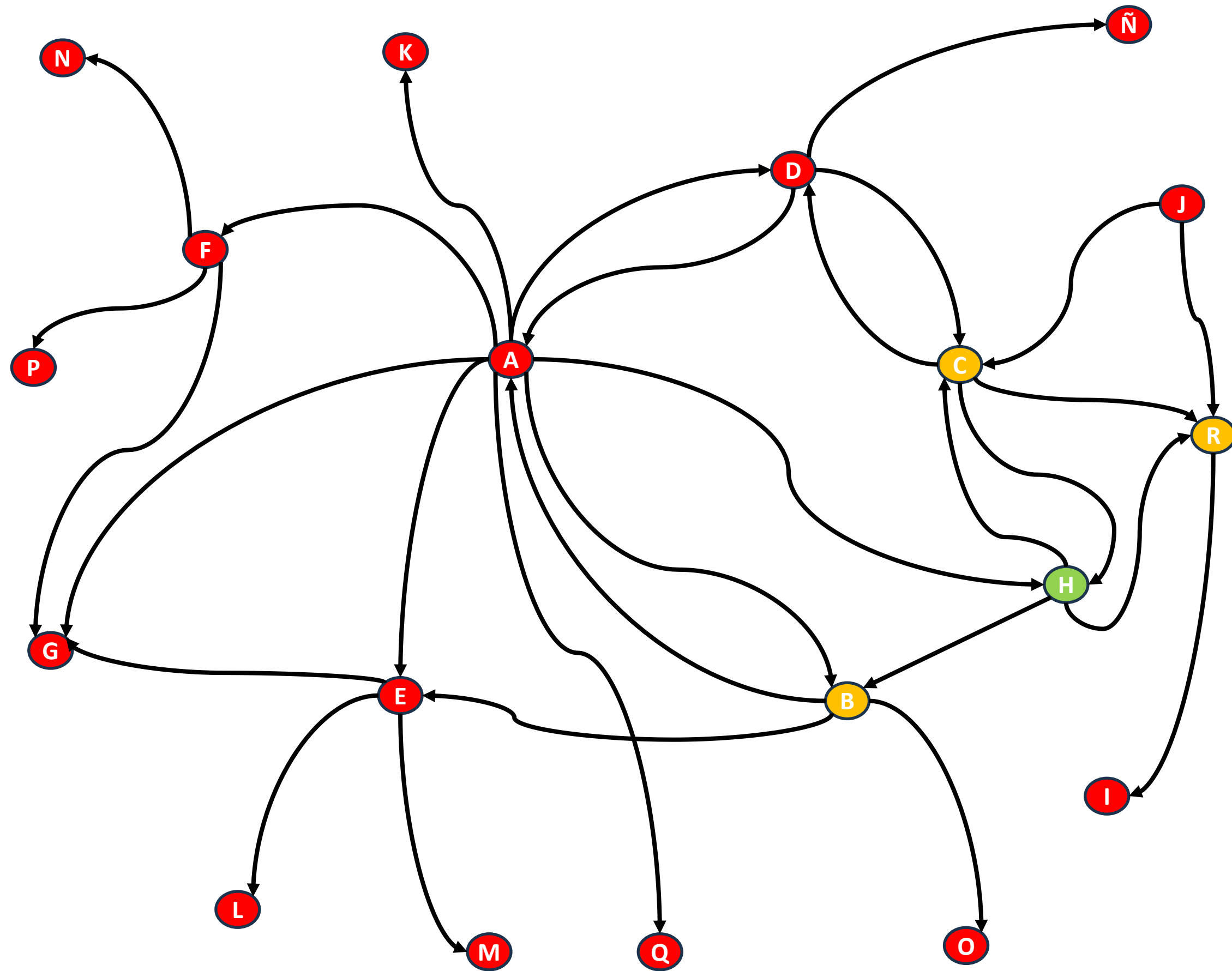


Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	
Q	A	
R		



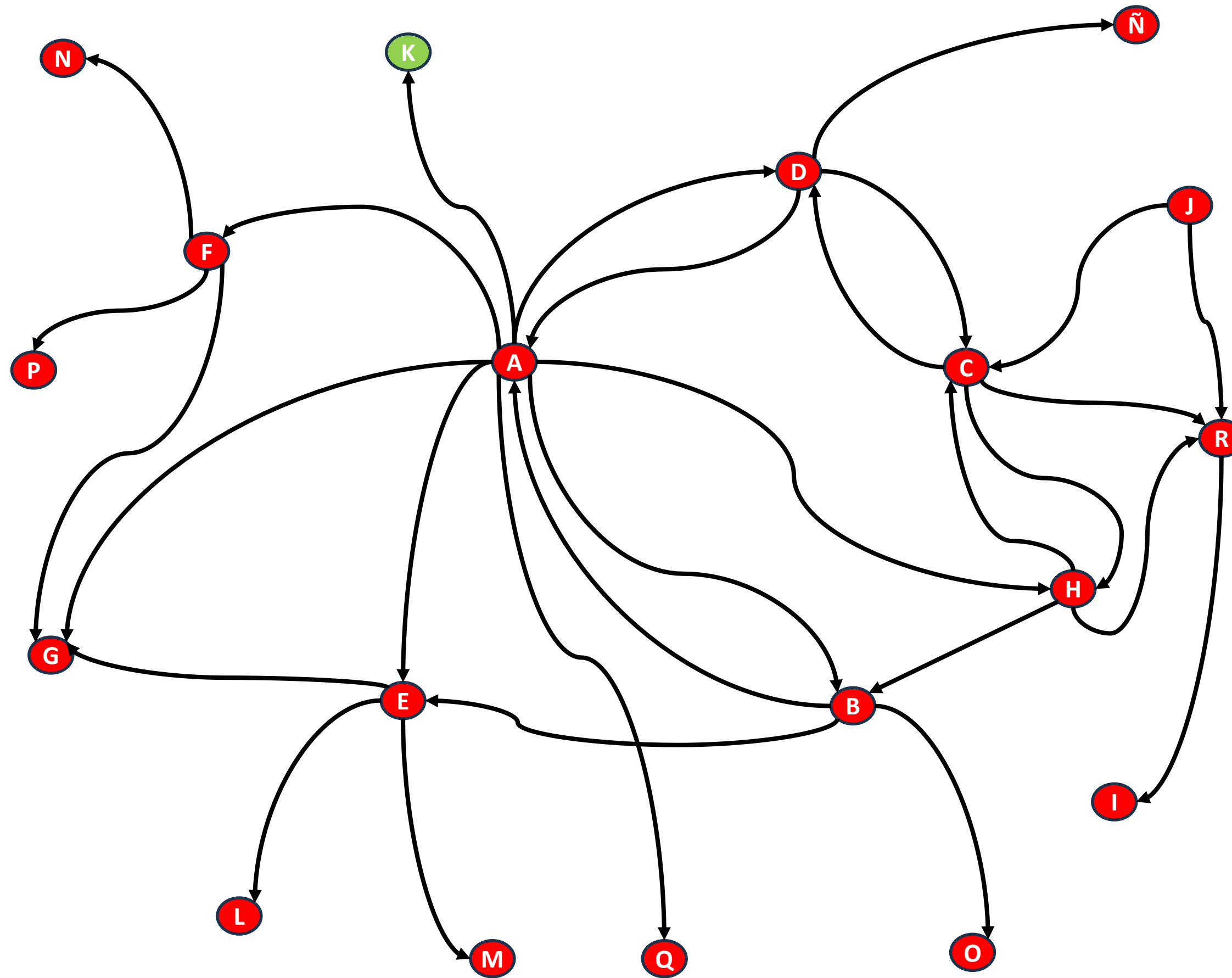
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	
R	C	

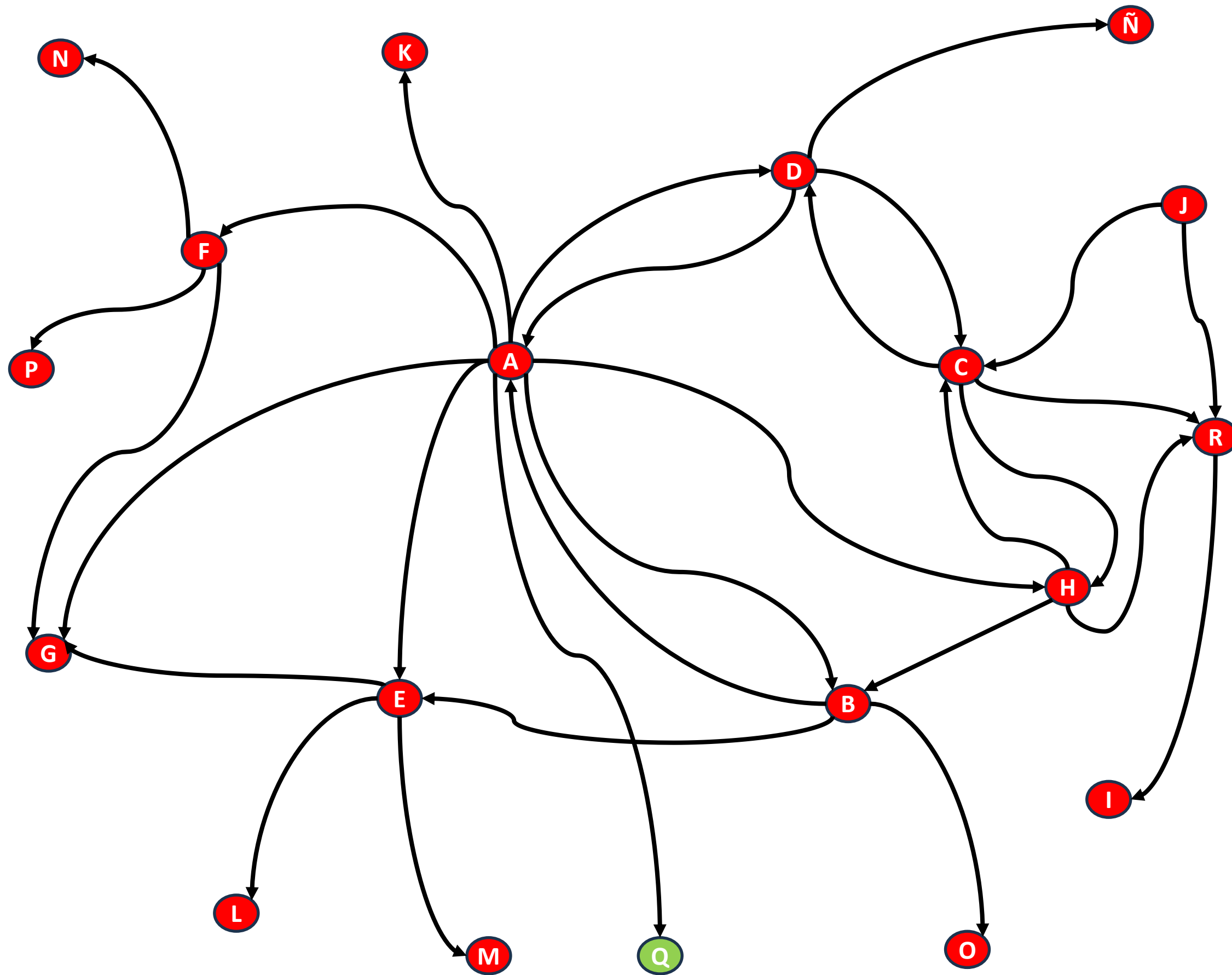
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	
R	C	

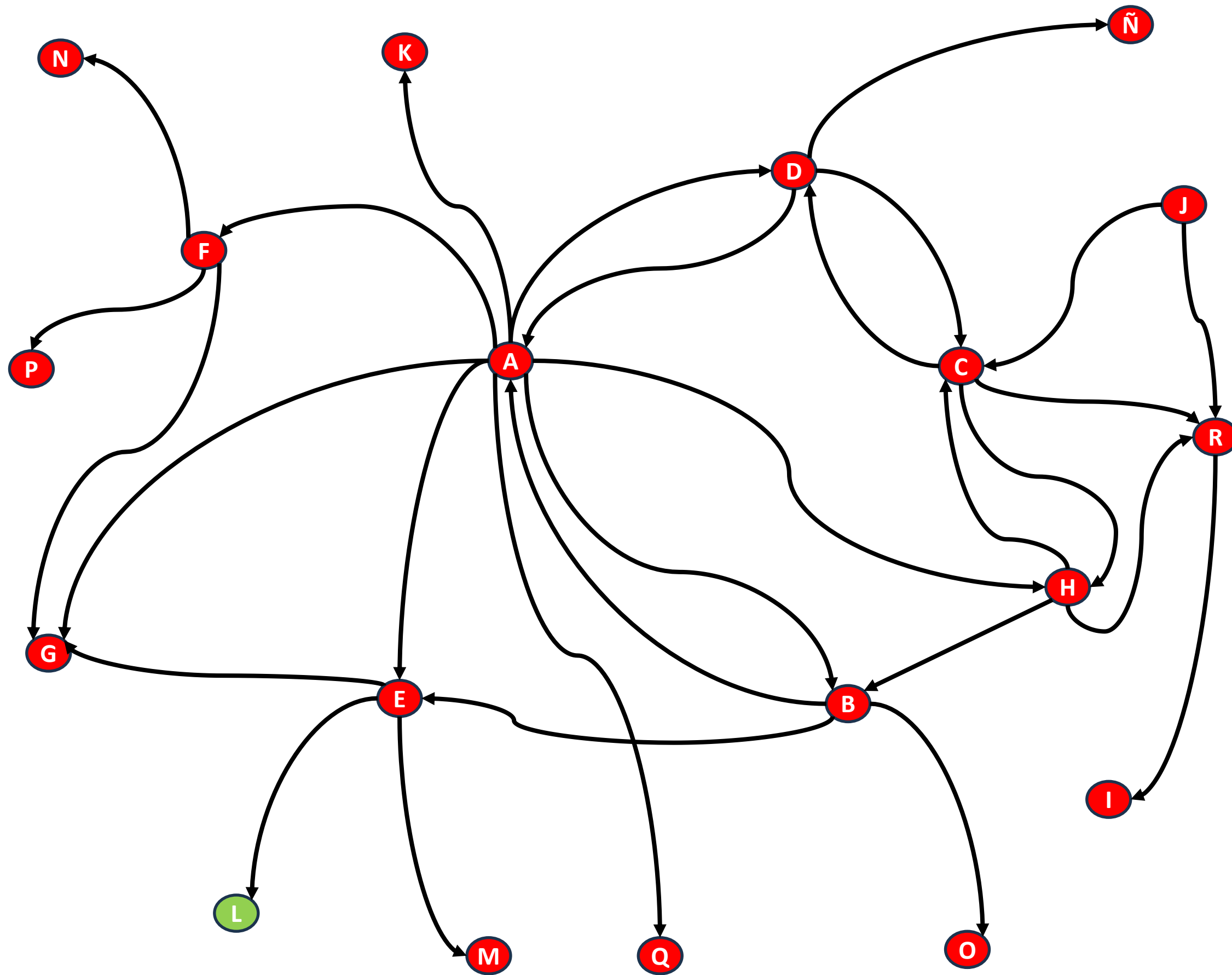
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	
R	C	

# Fersa locations around the world

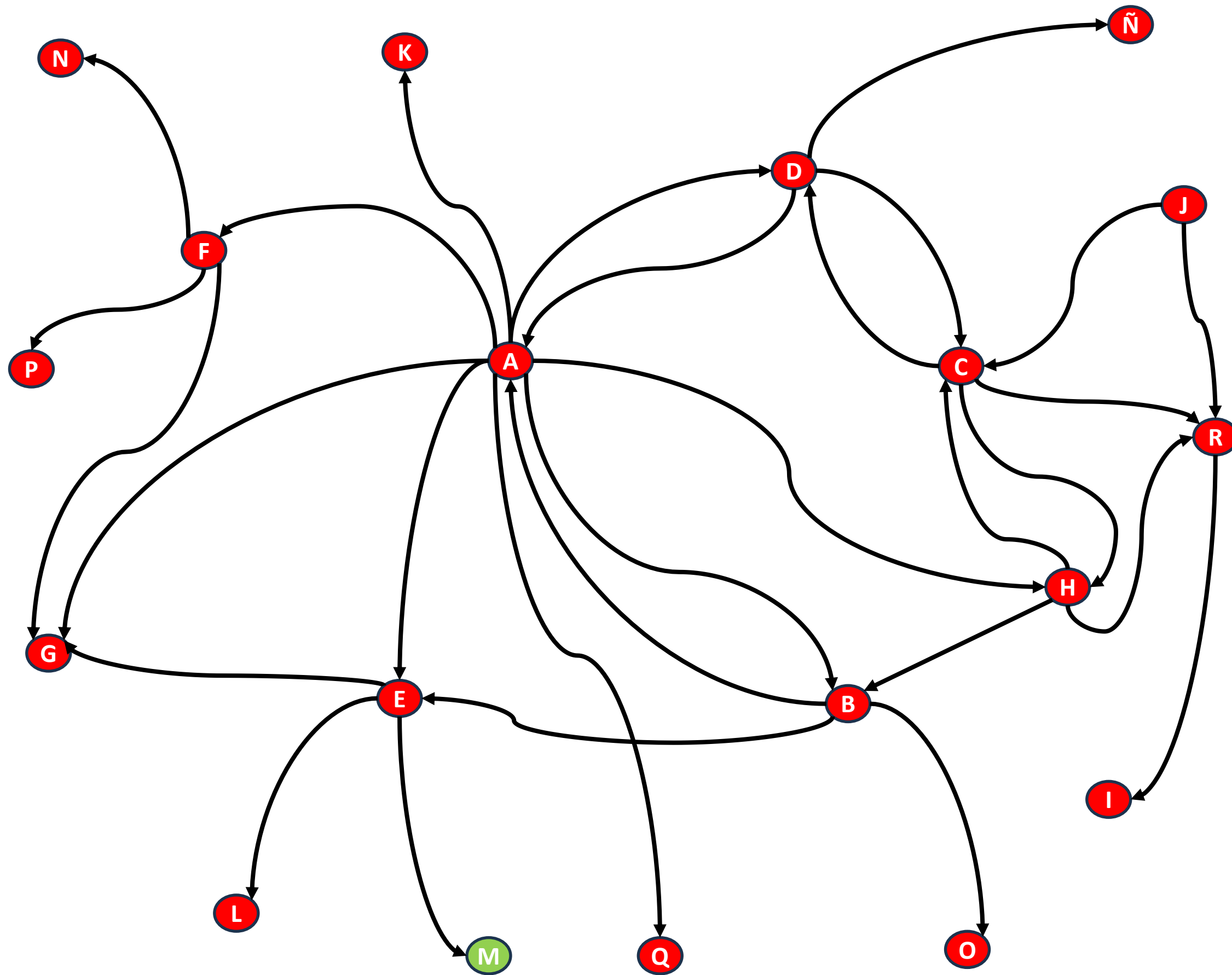


Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	
R	C	



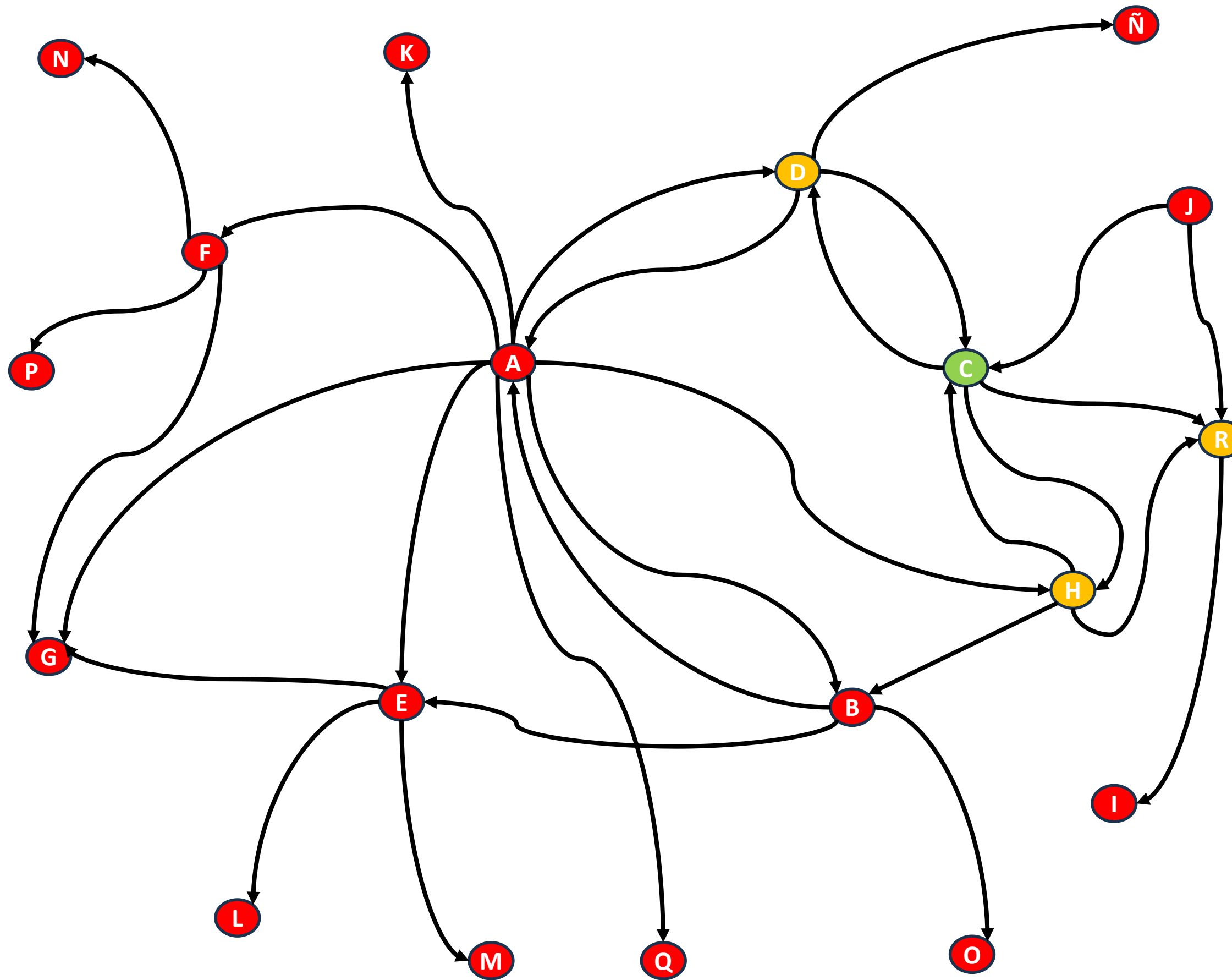
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	
R	C	

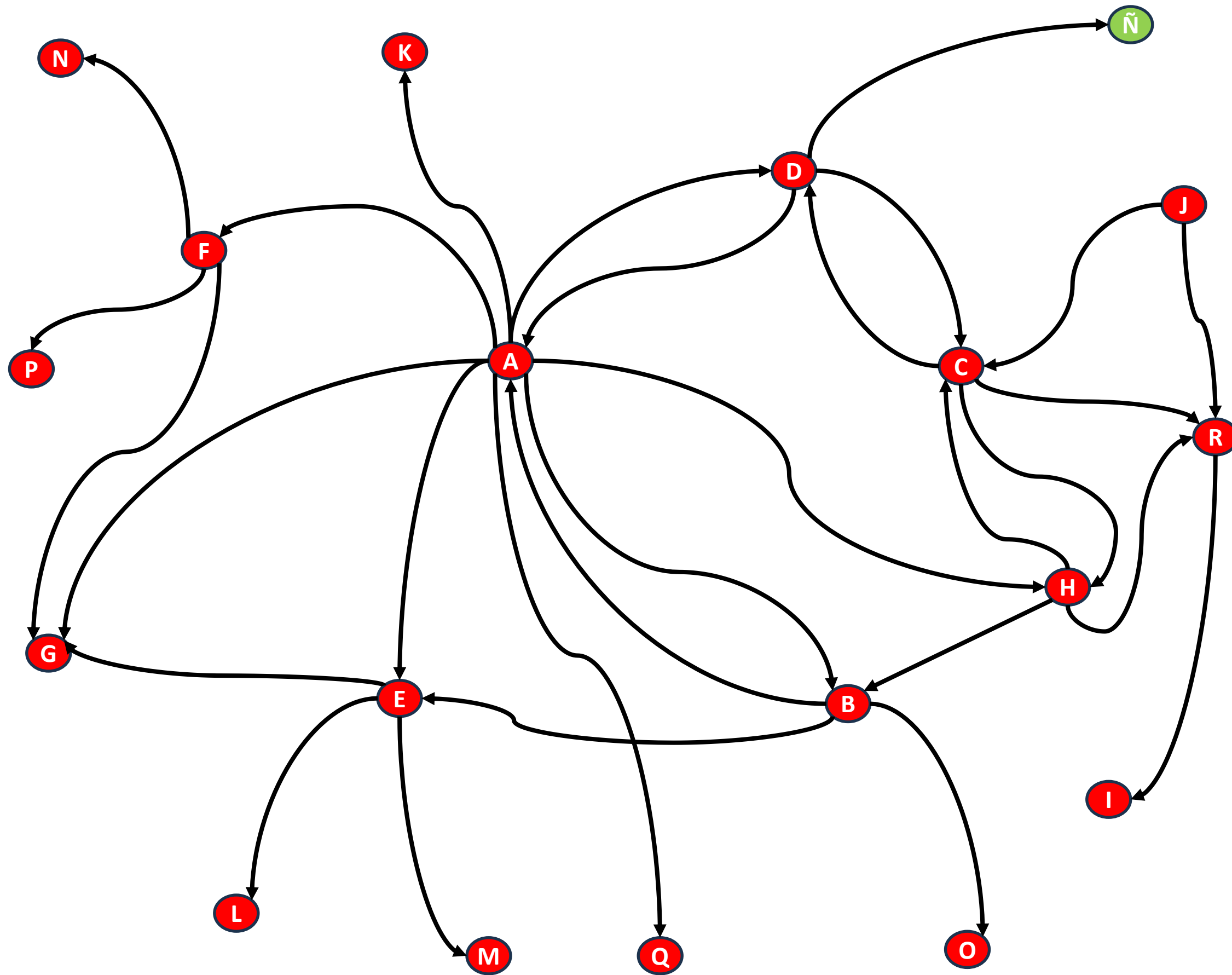
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	
R	C	

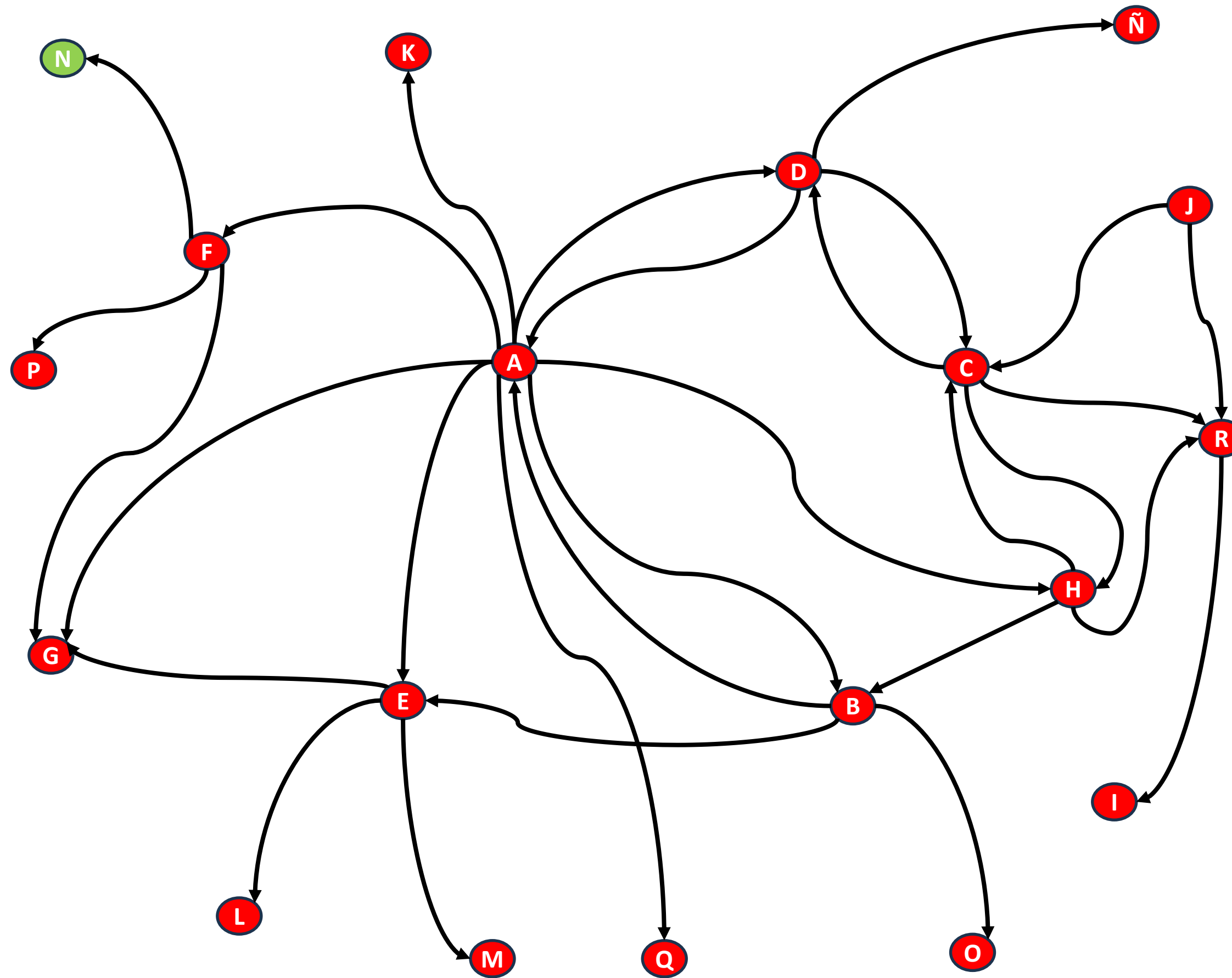
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	
R	C	

# Fersa locations around the world

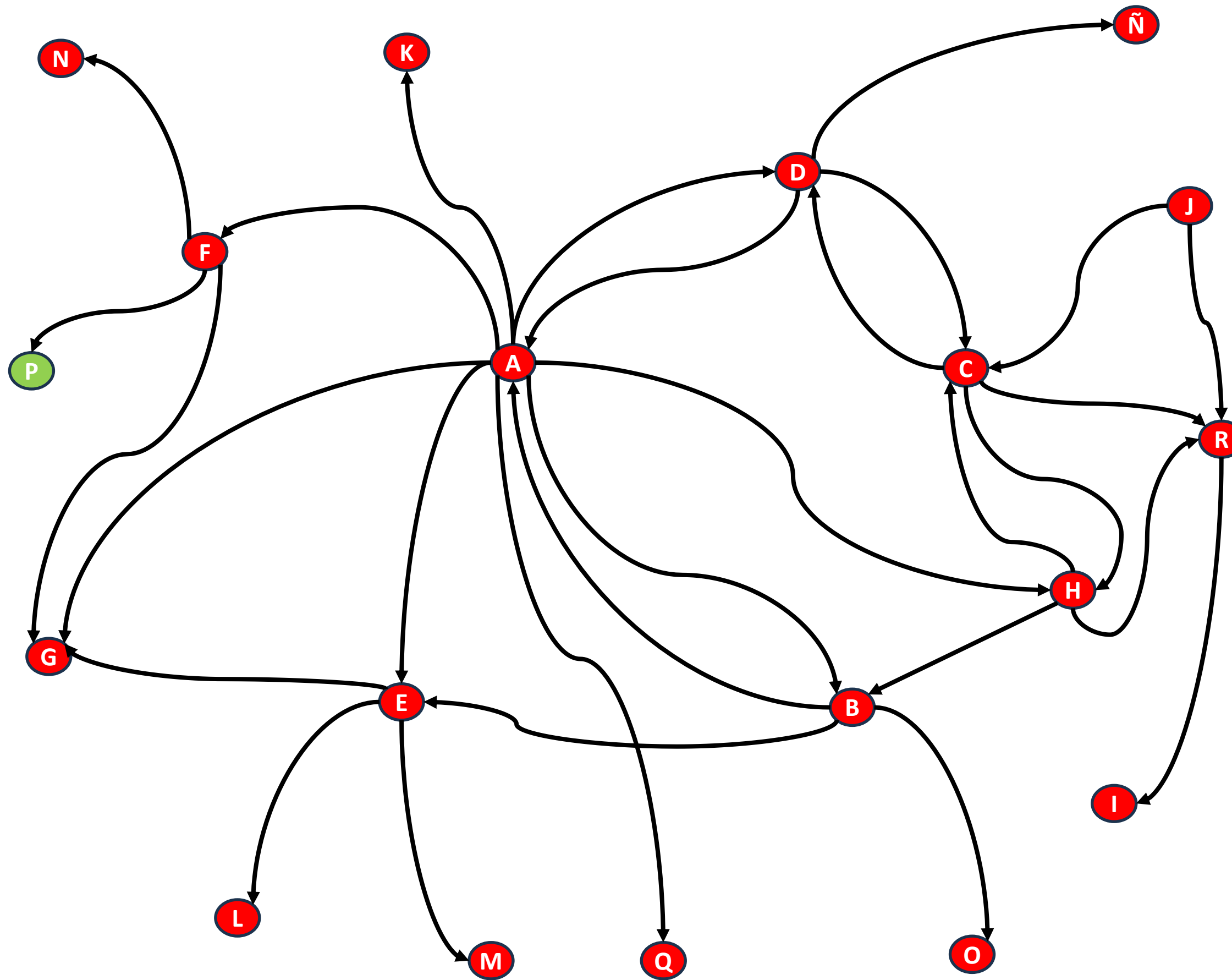


Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	
R	C	



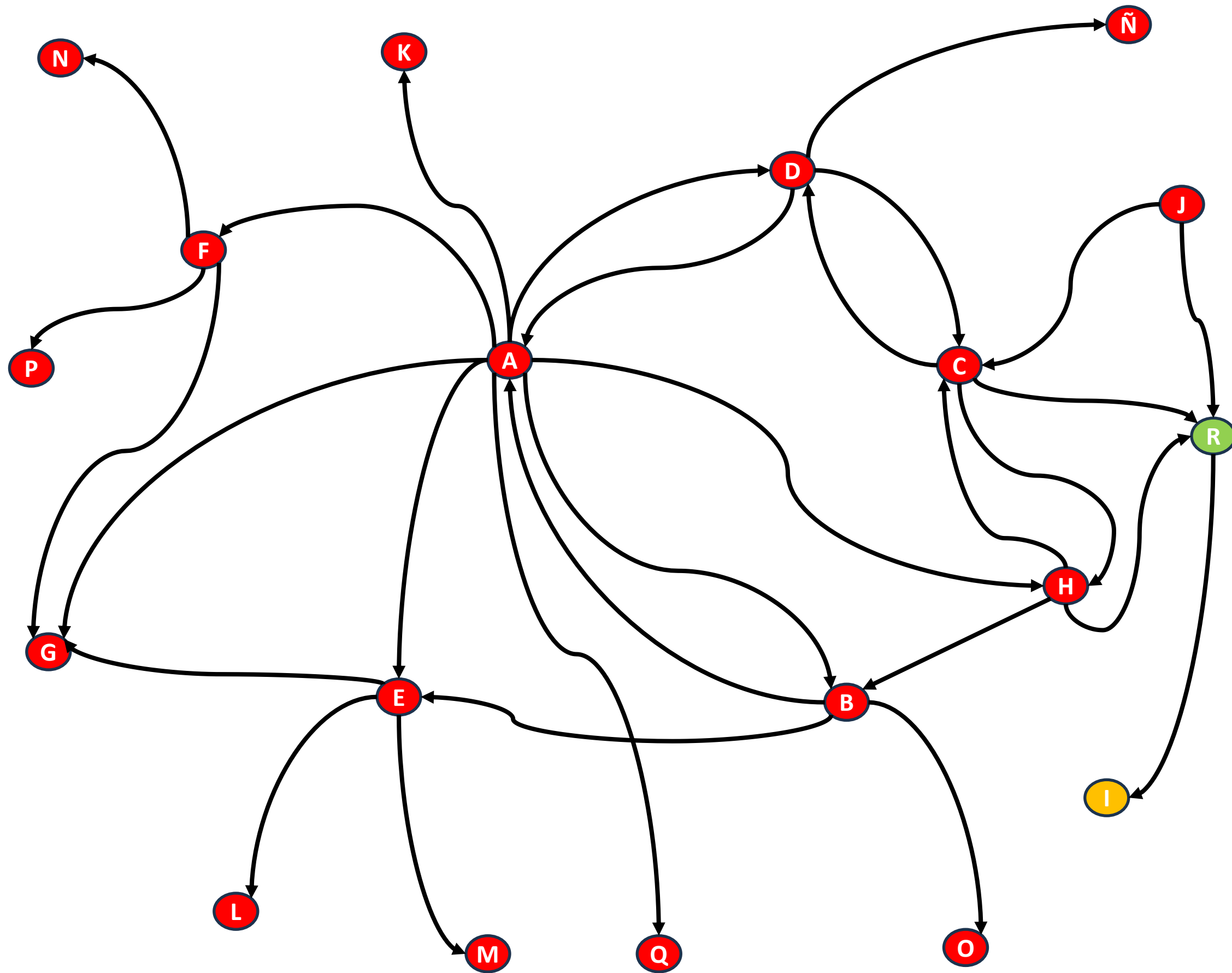
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I		K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	
R	C	

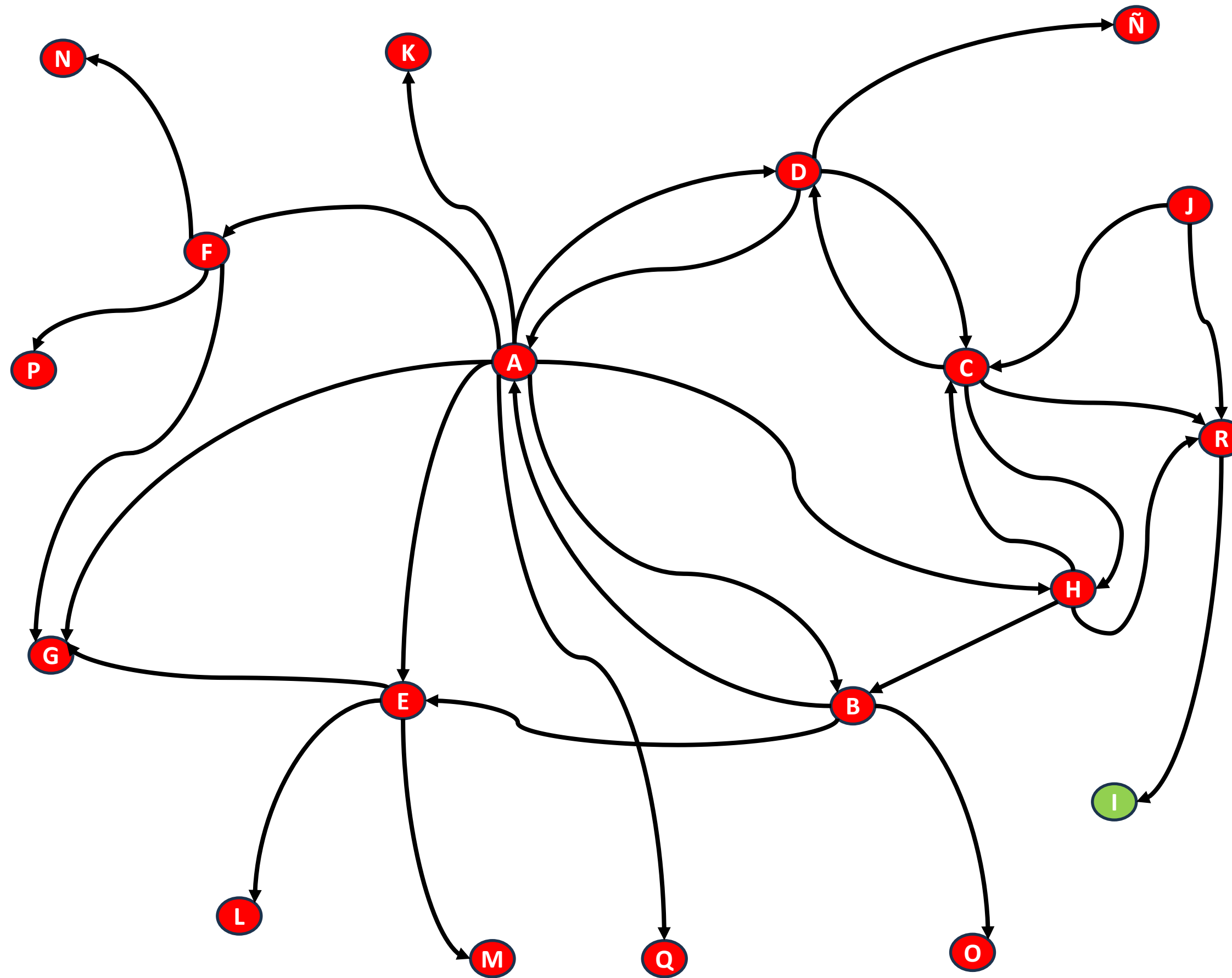
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I	R	K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	I
R	C	

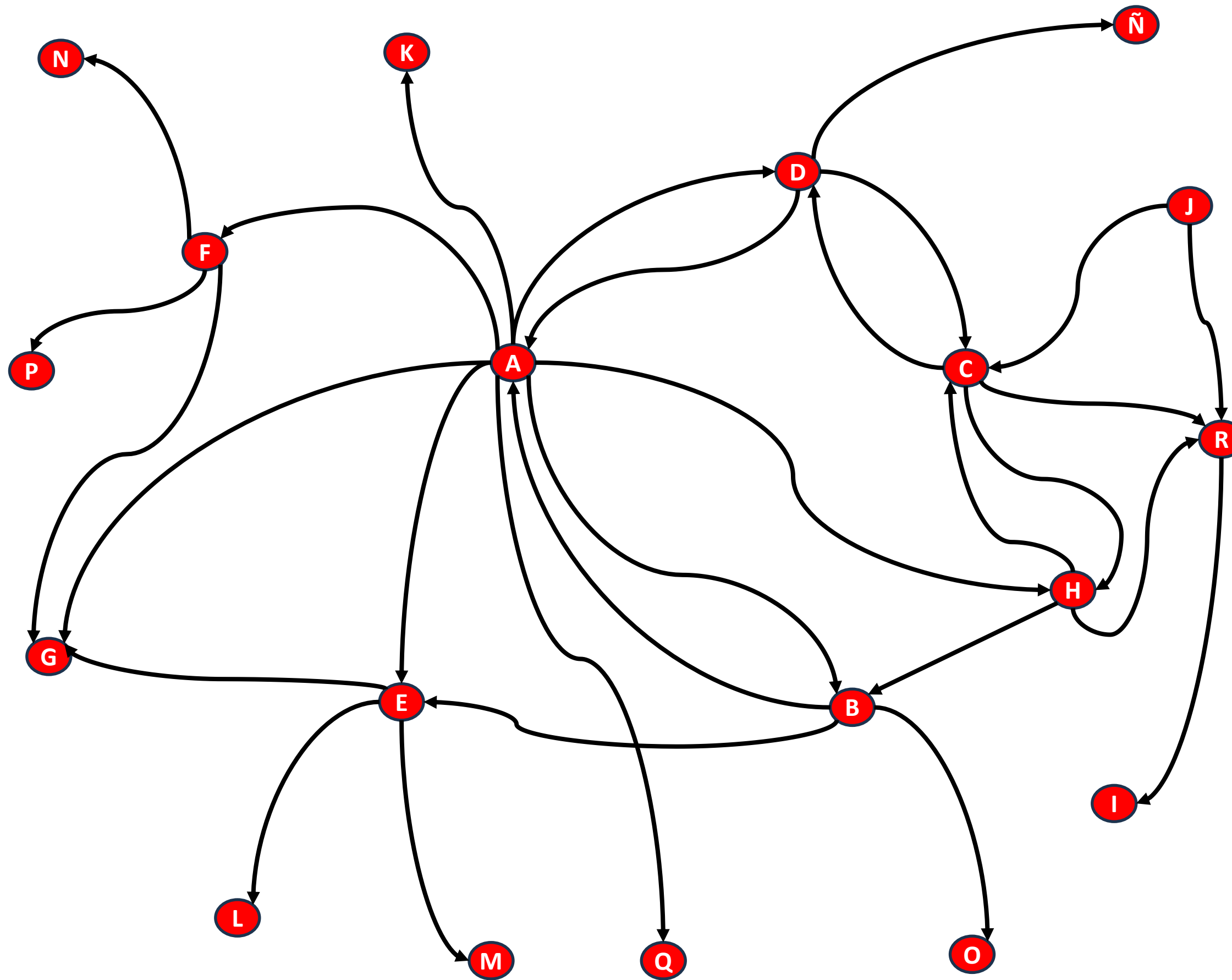
# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I	R	K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	I
R	C	

# Fersa locations around the world

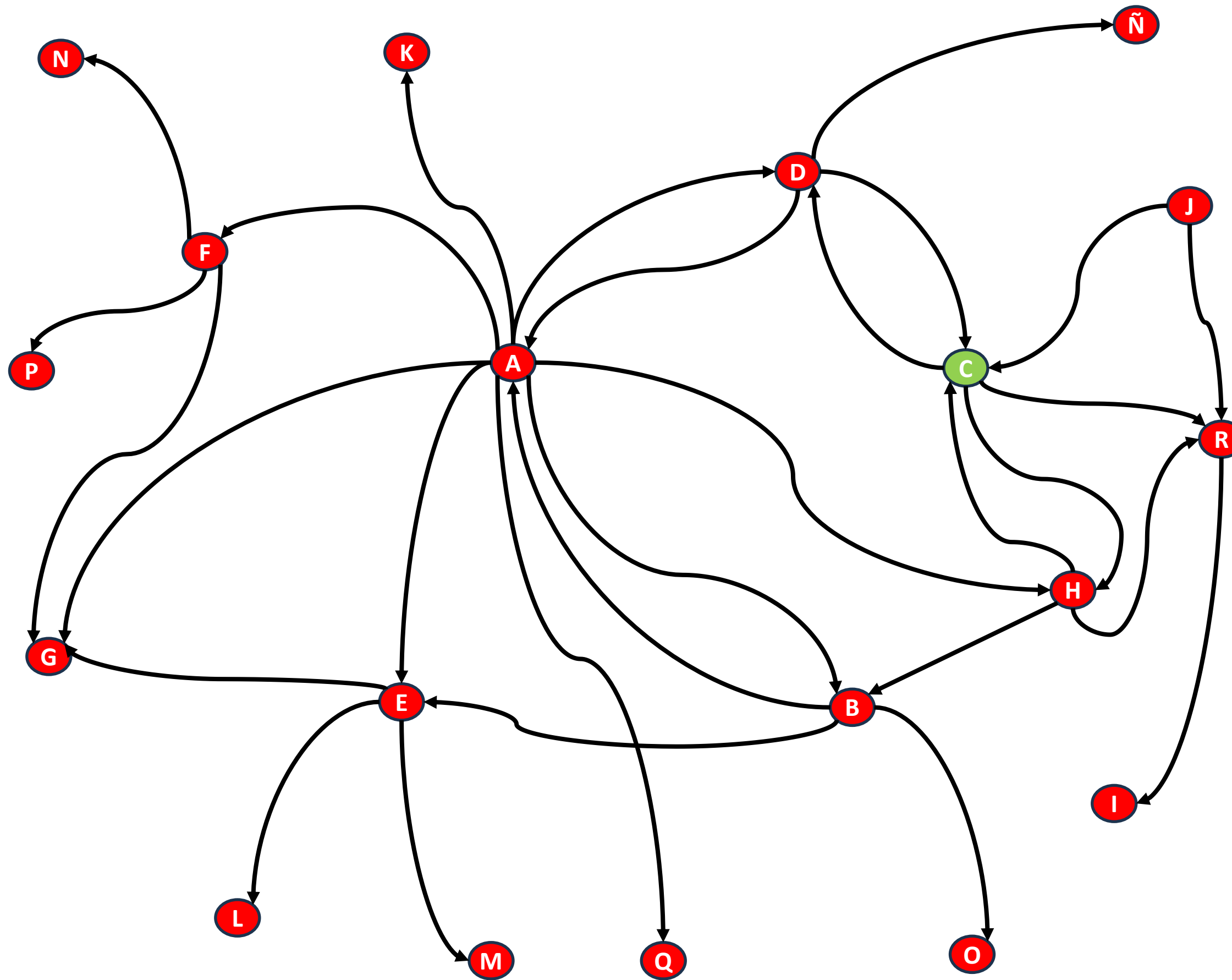


Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A	B	B
B	*	A
C	D	E
D	A	O
E	B	D
F	A	F
G	A	G
H	A	H
I	R	K
J		Q
K	A	L
L	E	M
M	E	C
N	F	Ñ
Ñ	D	N
O	B	P
P	F	R
Q	A	I
R	C	



# Fersa locations around the world



Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

Nodo	Marca	Lista
A		C
B		
C	*	
D		
E		
F		
G		
H		
I		
J		
K		
L		
M		
N		
Ñ		
O		
P		
Q		
R		

# ÍNDICE

I – Introducción a los Grafos

II – Algoritmo BFS

III – Algoritmo de Dijkstra

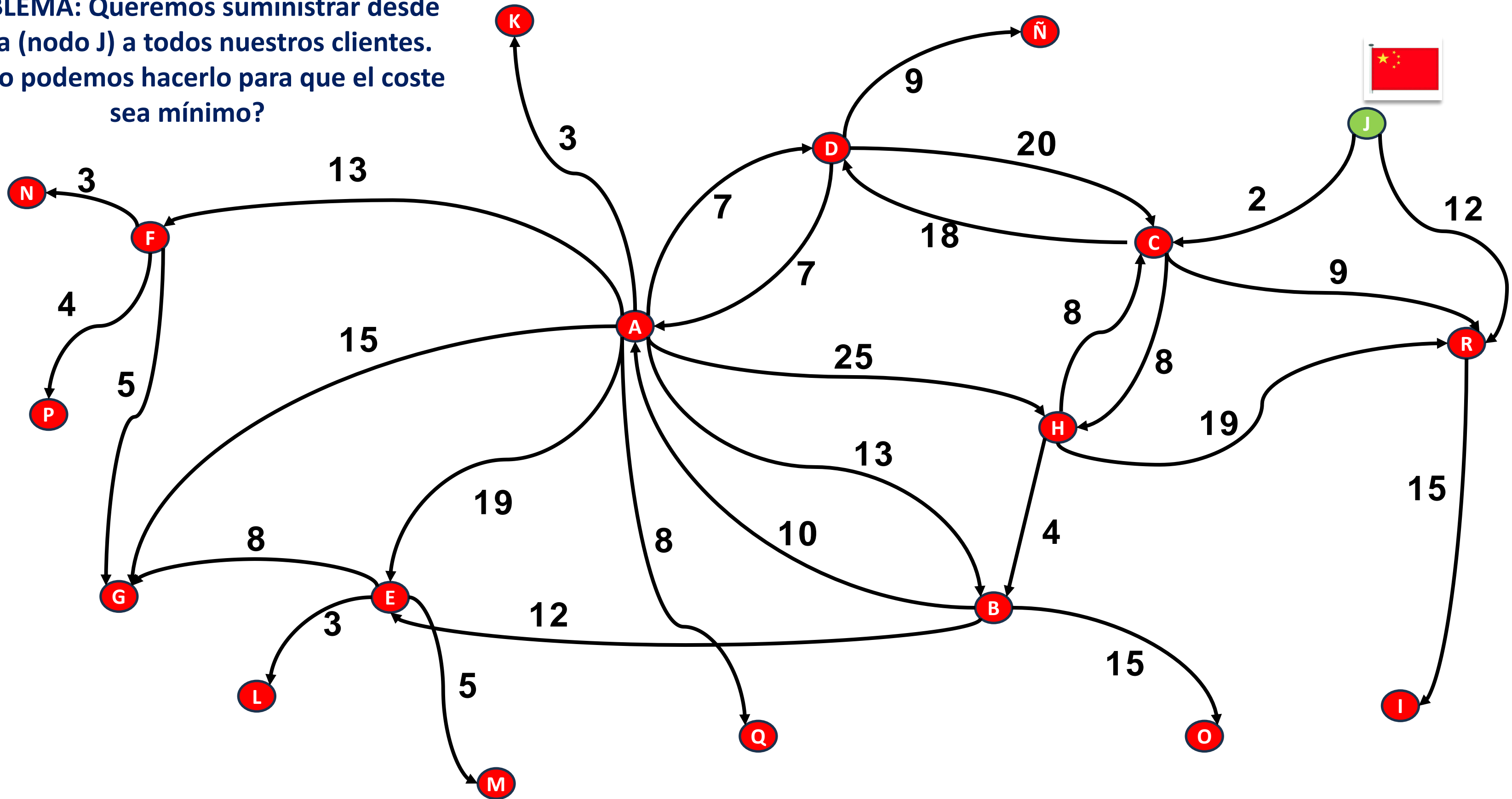
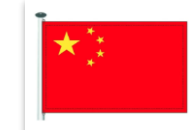
IV – Sort Topológico



# Fersa locations around the world

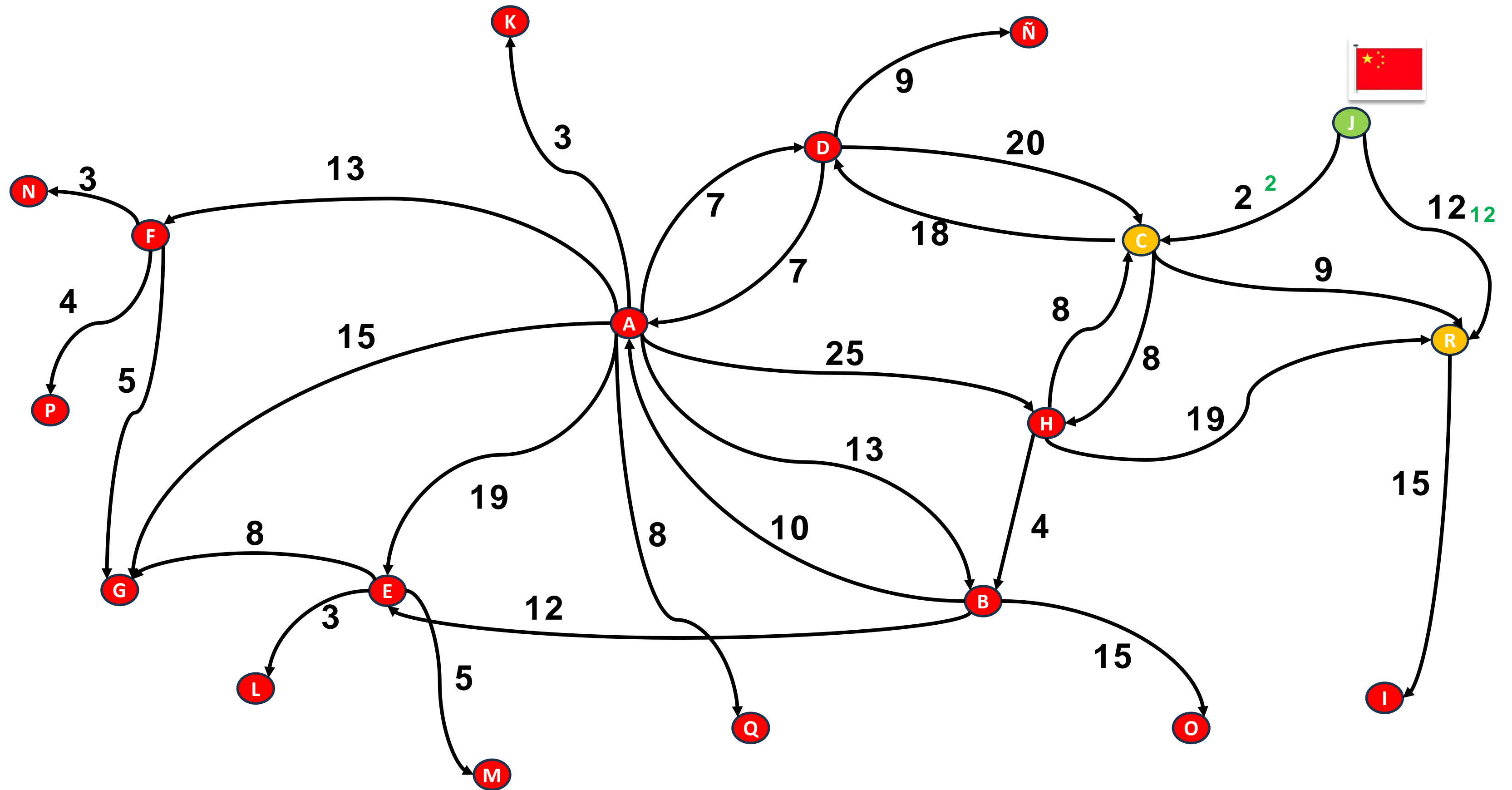
Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

PROBLEMA: Queremos suministrar desde China (nodo J) a todos nuestros clientes. ¿Cómo podemos hacerlo para que el coste sea mínimo?



# Fersa locations around the world

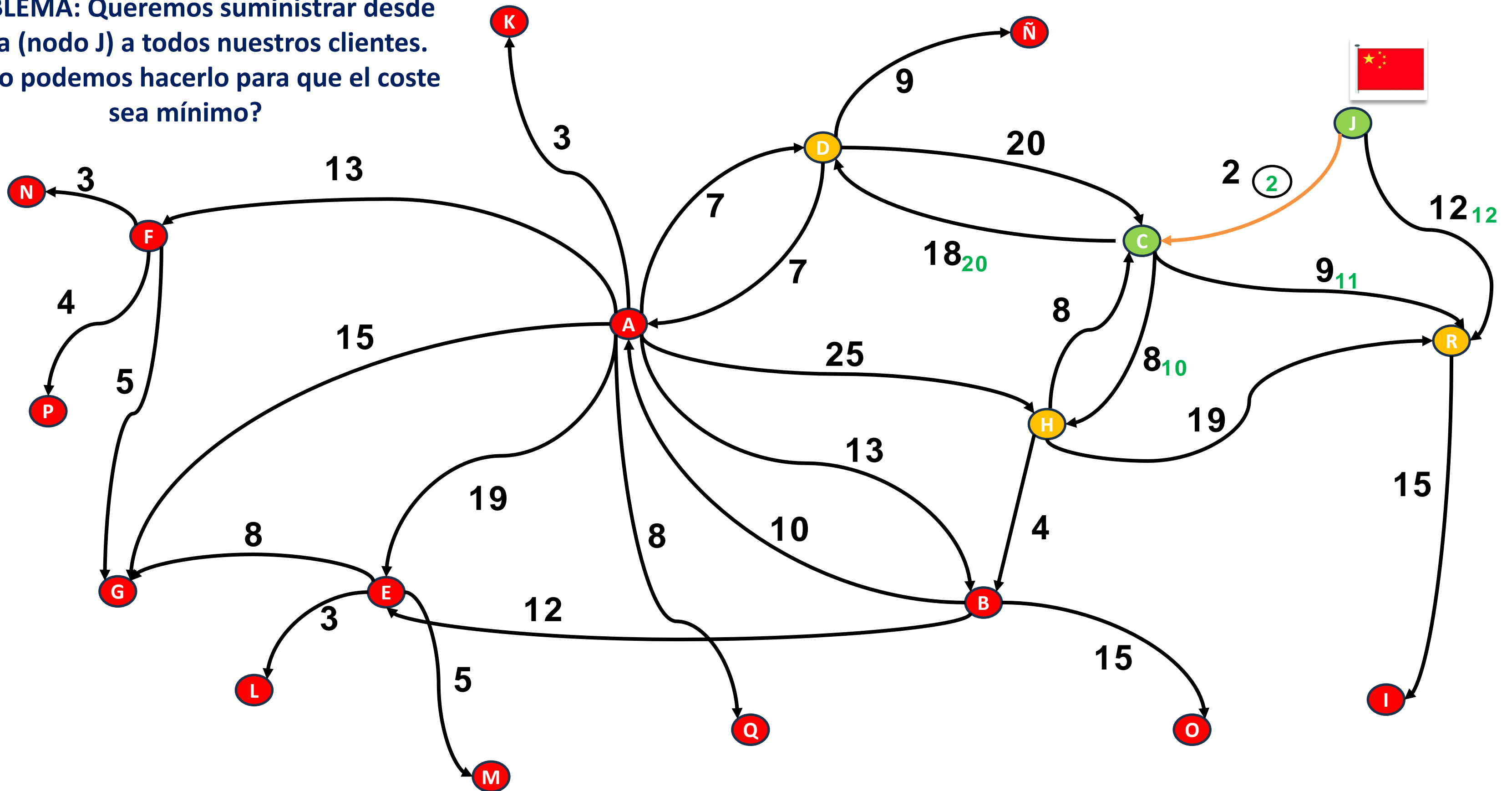
Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.



# Fersa locations around the world

Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

PROBLEMA: Queremos suministrar desde China (nodo J) a todos nuestros clientes. ¿Cómo podemos hacerlo para que el coste sea mínimo?

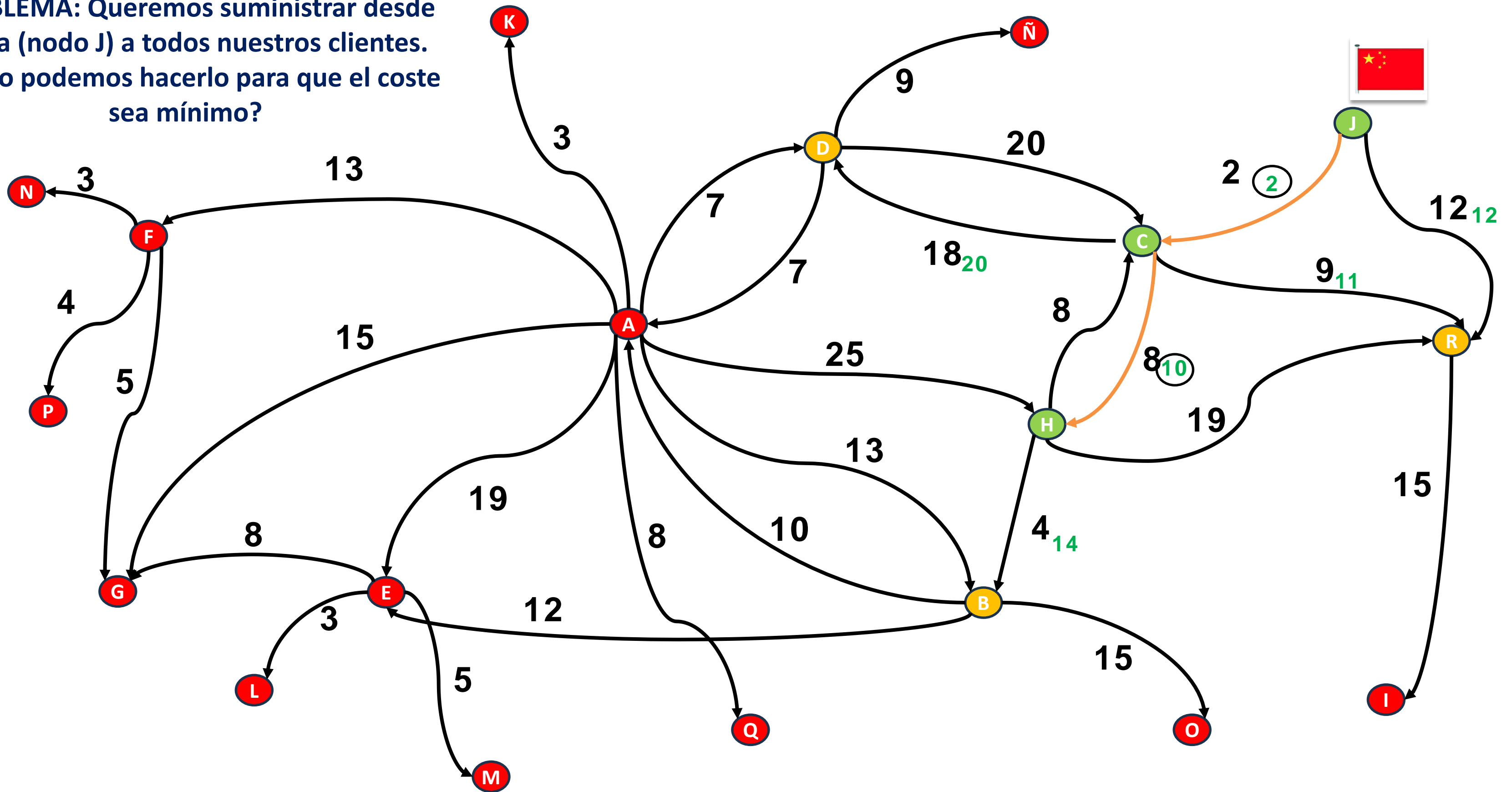




# Fersa locations around the world

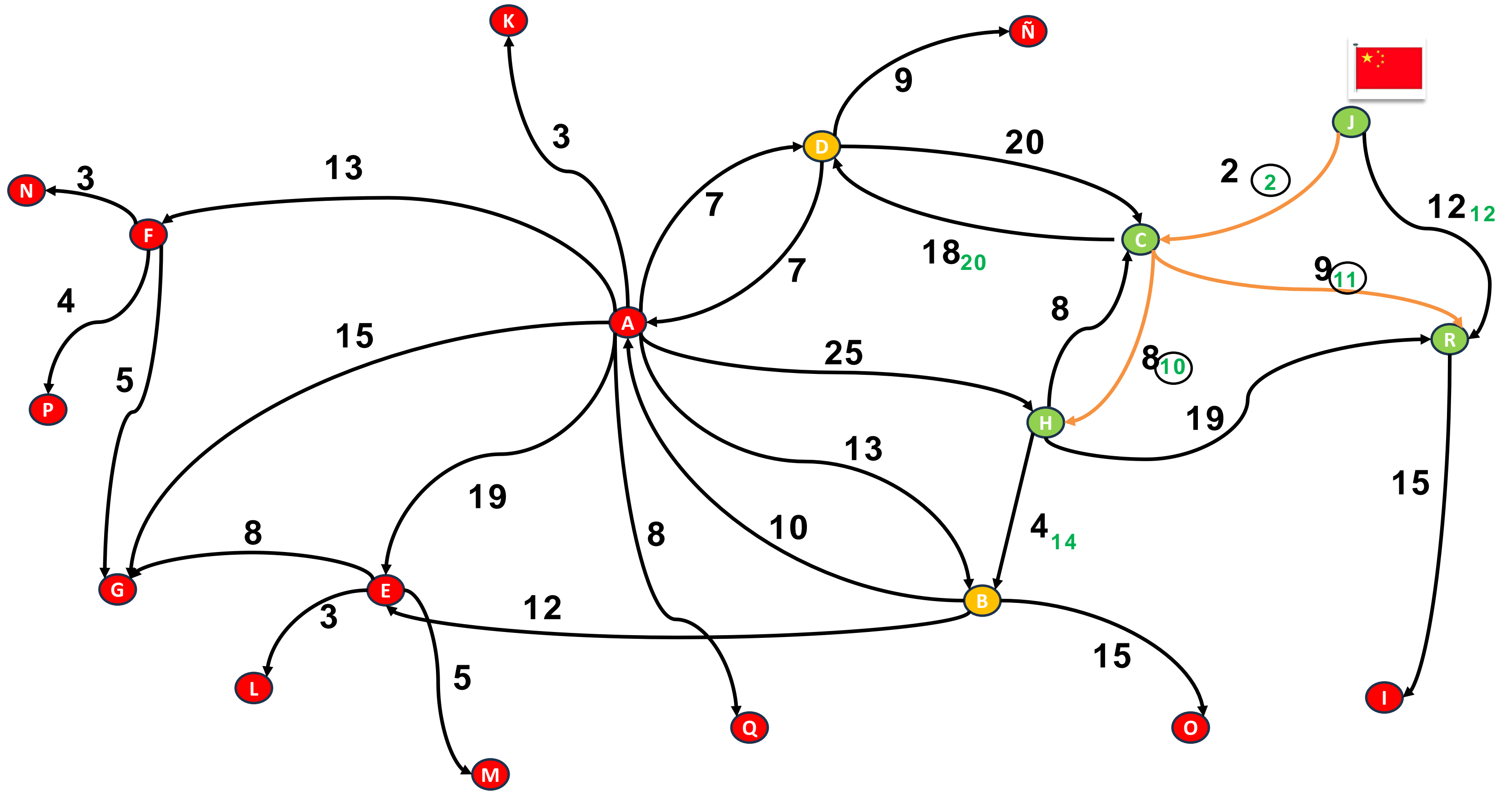
Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

PROBLEMA: Queremos suministrar desde China (nodo J) a todos nuestros clientes. ¿Cómo podemos hacerlo para que el coste sea mínimo?



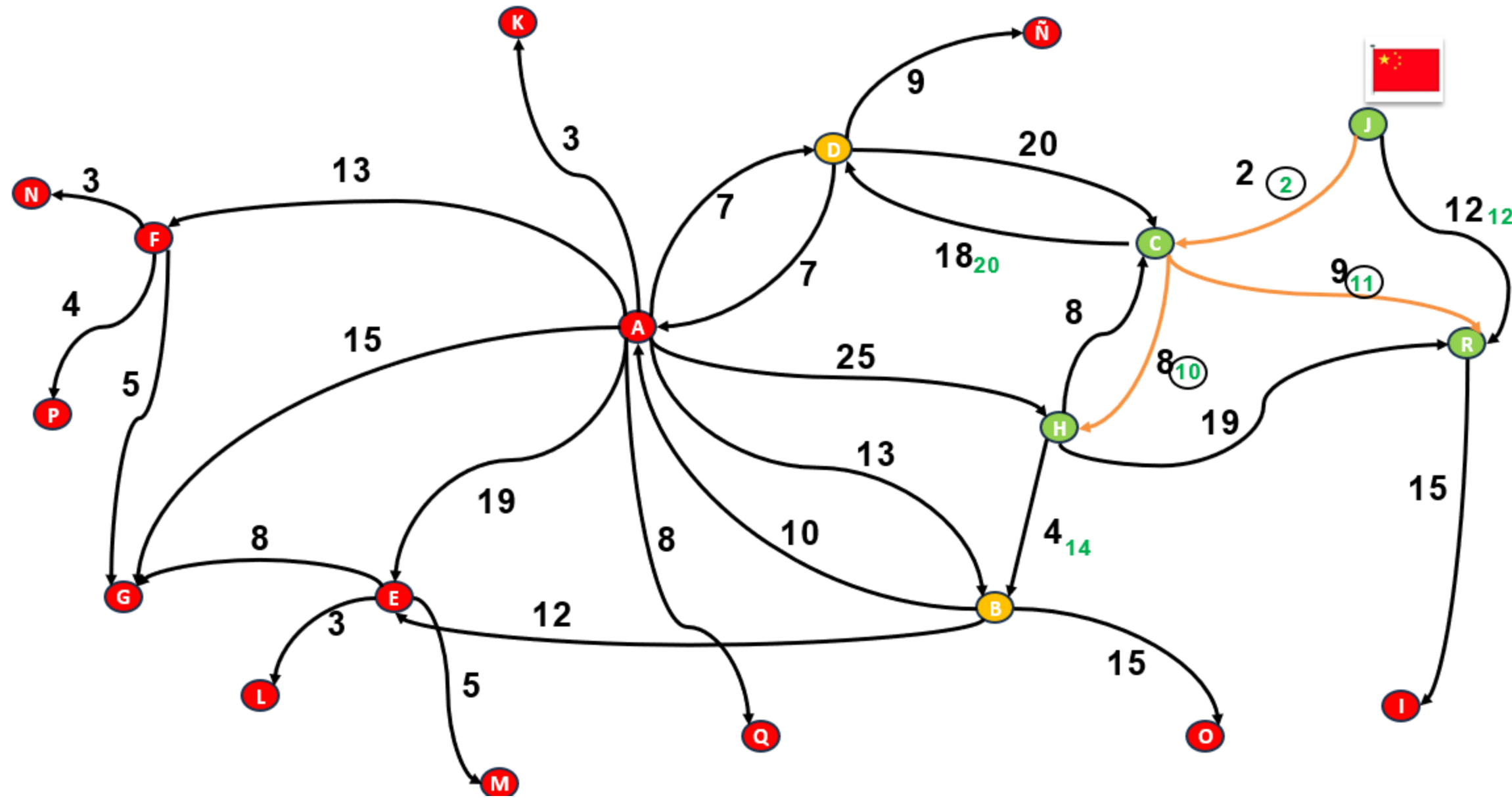
# Fersa locations around the world

Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.



# Fersa locations around the world

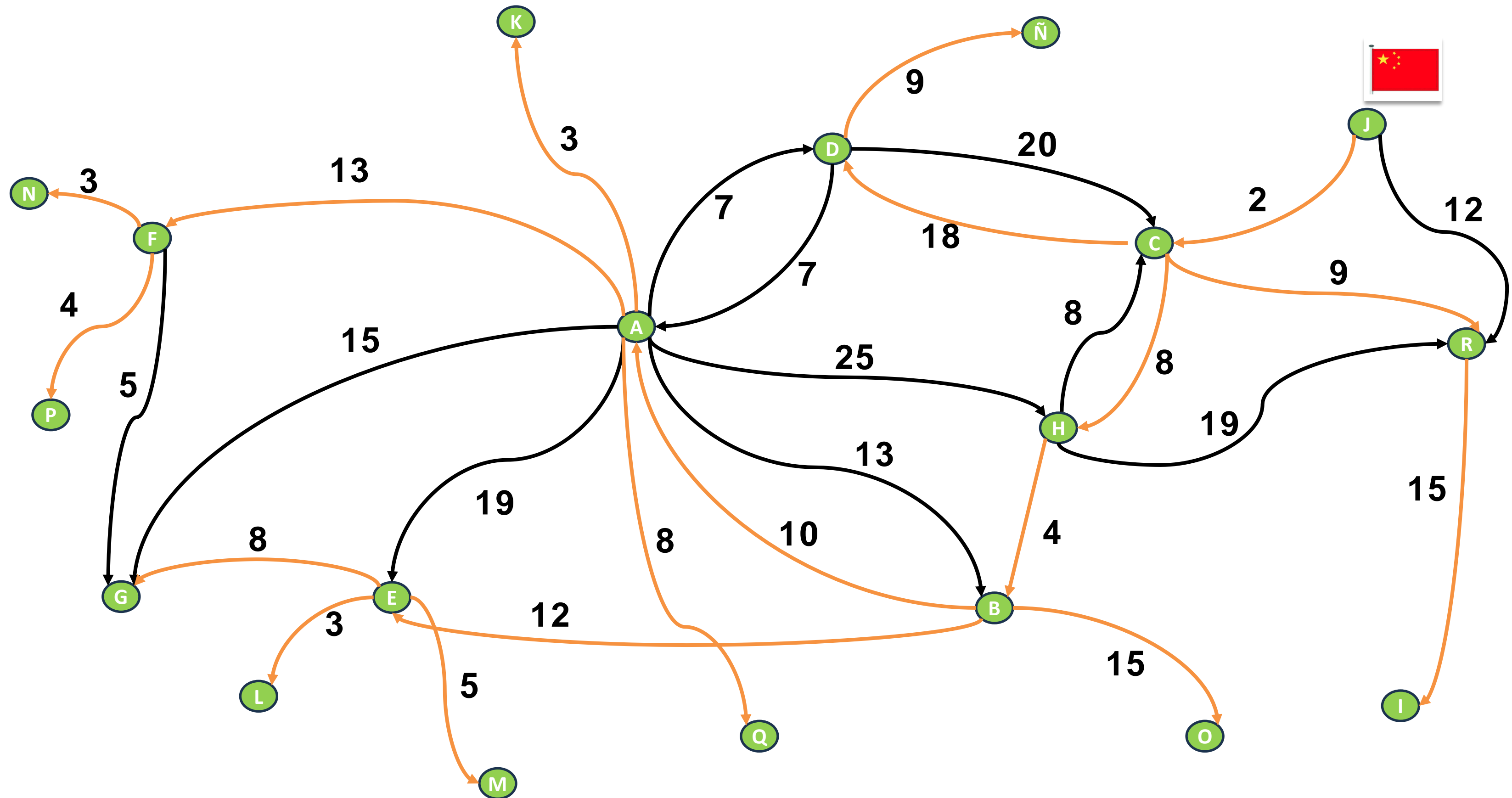
Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.



Nodo	Marca	Coste
A		
B		
C	J	2.
D	C	20
E		
F		
G		
H	C	10.
I		
J	*	0.
K		
L		
M		
N		
Ñ		
O		
P		
Q		
R	J,C	12,11.

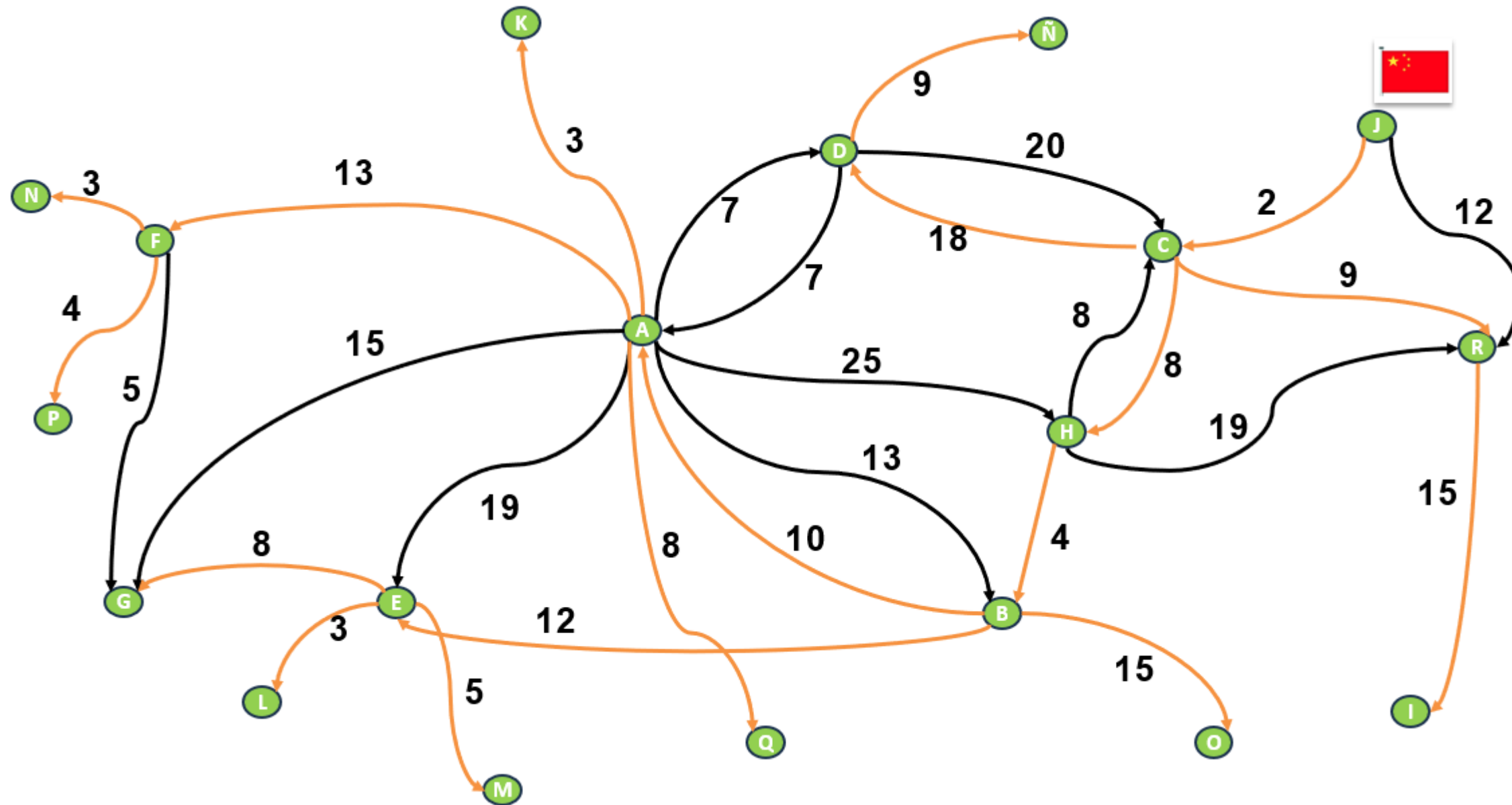
# Fersa locations around the world

Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.



# Fersa locations around the world

Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.

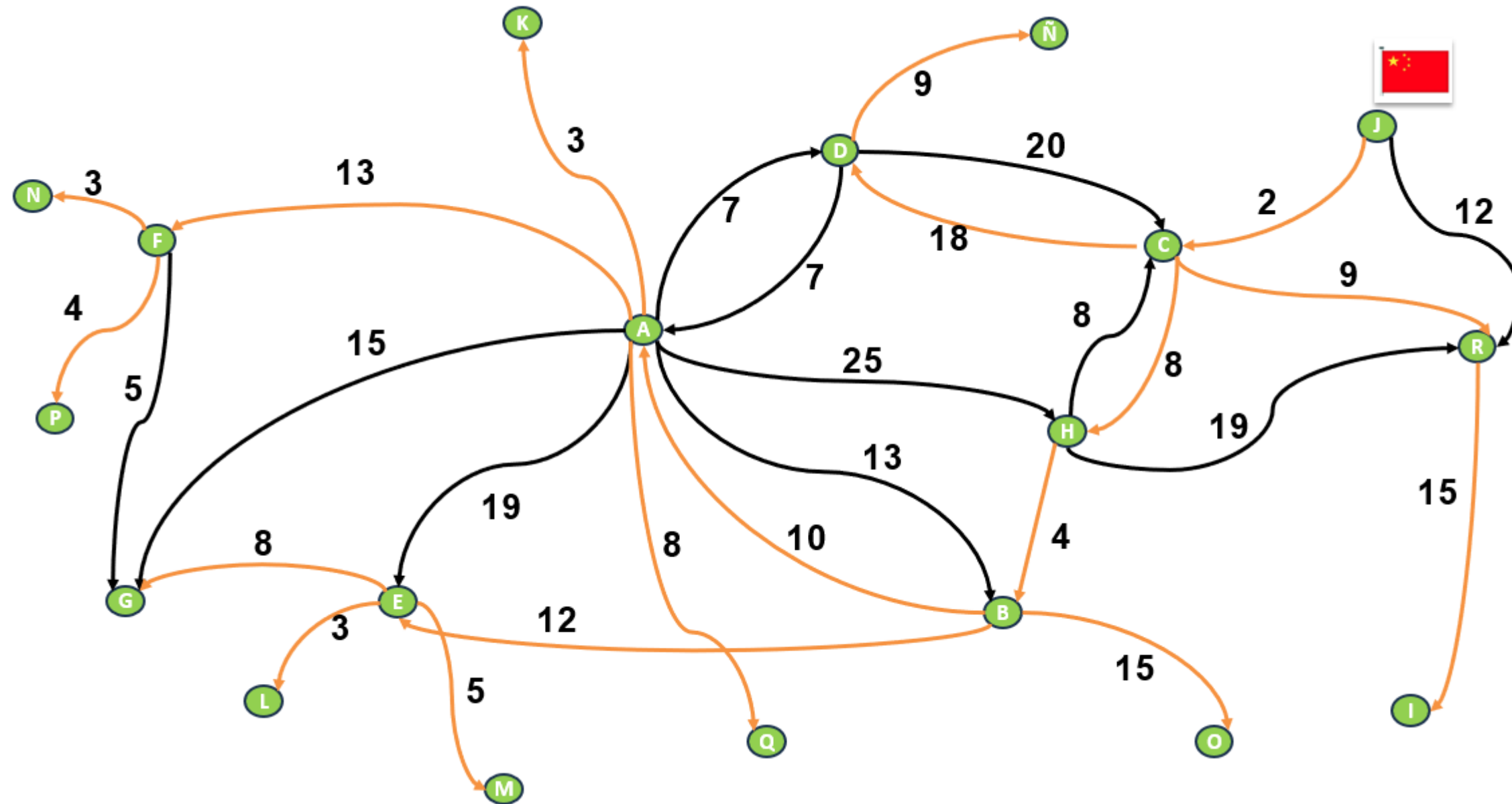


Nodo	Marca	Coste
A	B	24.
B	H	14.
C	J	2.
D	C	20.
E	B	26.
F	A	37.
G	A,E	39,34.
H	C	10.
I	R	26.
J	*	0.
K	A	27.
L	E	29.
M	E	31.
N	F	40.
Ñ	D	29.
O	B	29.
P	F	41.
Q	A	32.
R	J,C	12,11.



# Fersa locations around the world

Headquartered in Zaragoza, where strategic decisions are made.



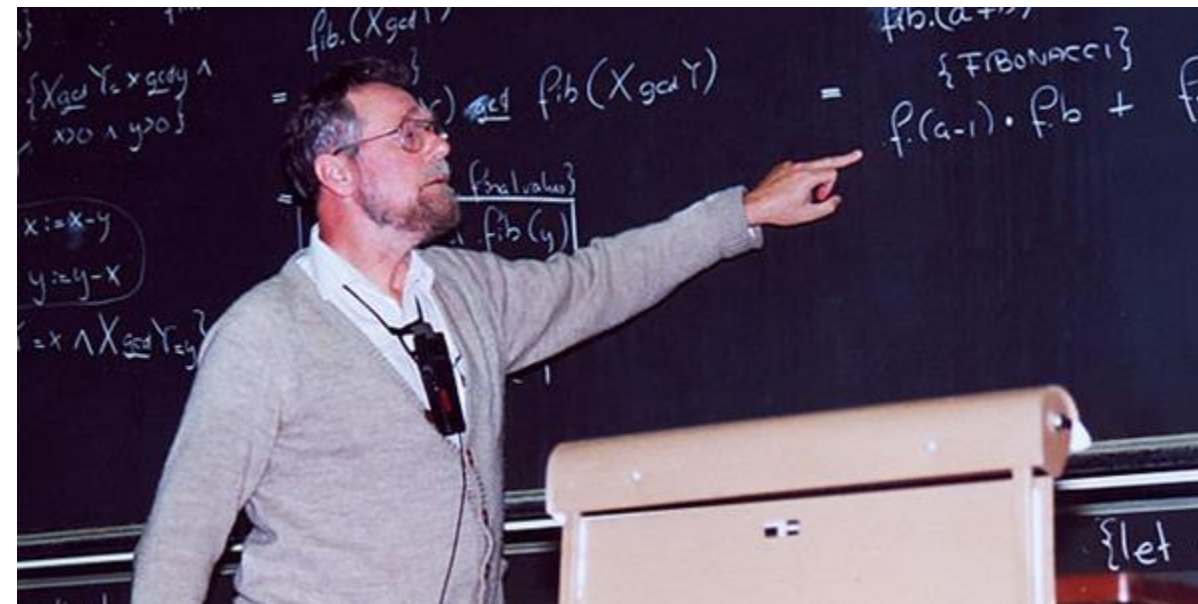
NODO	COSTE MÍNIMO
A	24
B	14
C	2
D	20
E	26
F	37
G	34
H	10
I	26
J	0
K	27
L	29
M	31
N	40
Ñ	29
O	29
P	41
Q	32
R	11

## Algoritmo de Dijkstra: Caso general

**PROBLEMA:** Queremos suministrar desde China (nodo J) a todos nuestros clientes. ¿Cómo podemos hacerlo para que el coste sea mínimo?

### Caso general:

El algoritmo de Dijkstra (o algoritmo de caminos mínimos) determina el camino más corto, dado un vértice origen, hacia el resto de los vértices en un grafo que tiene pesos en cada arista.



# ÍNDICE

I – Introducción a los Grafos

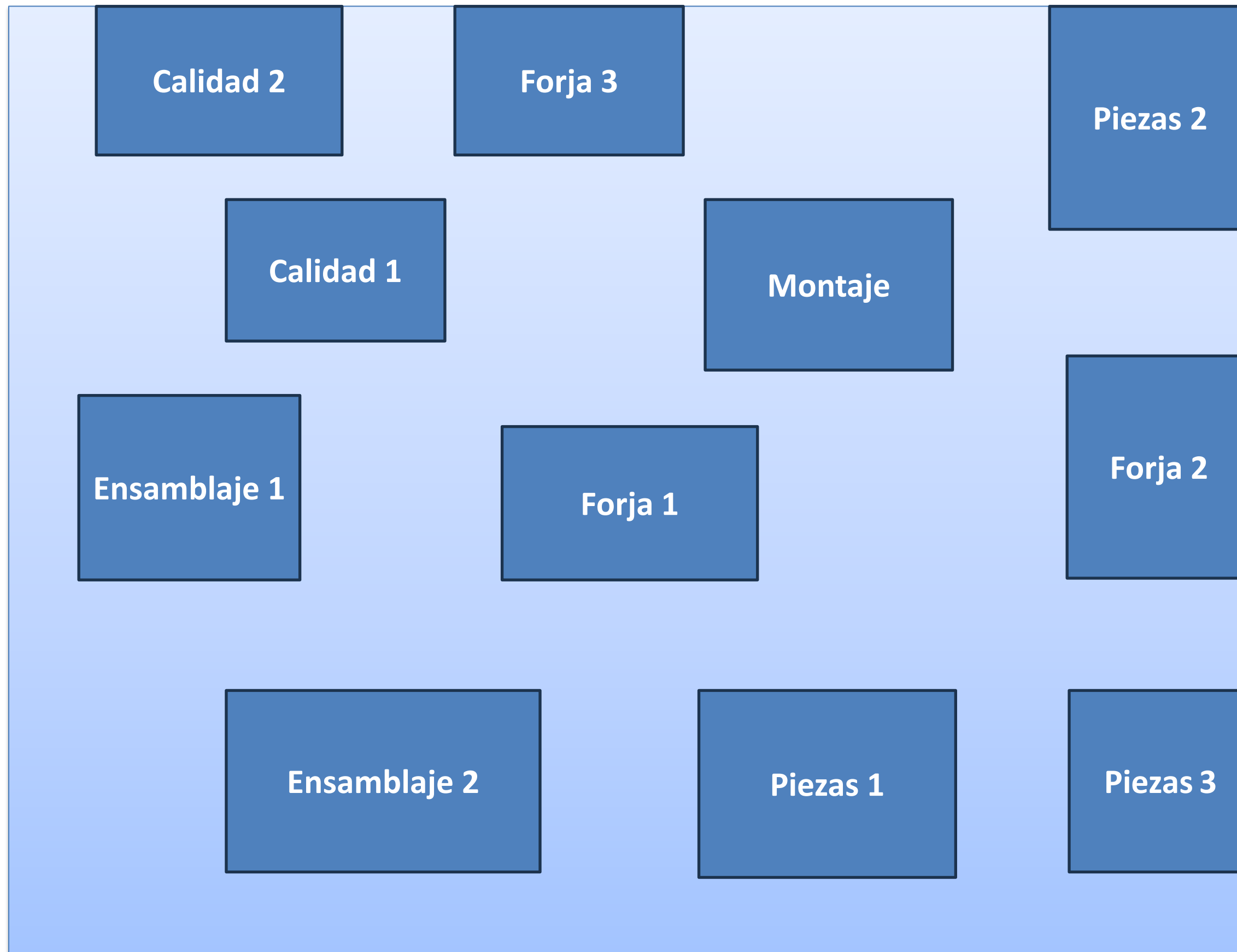
II – Algoritmo BFS

III – Algoritmo de Dijkstra

IV – Sort Topológico

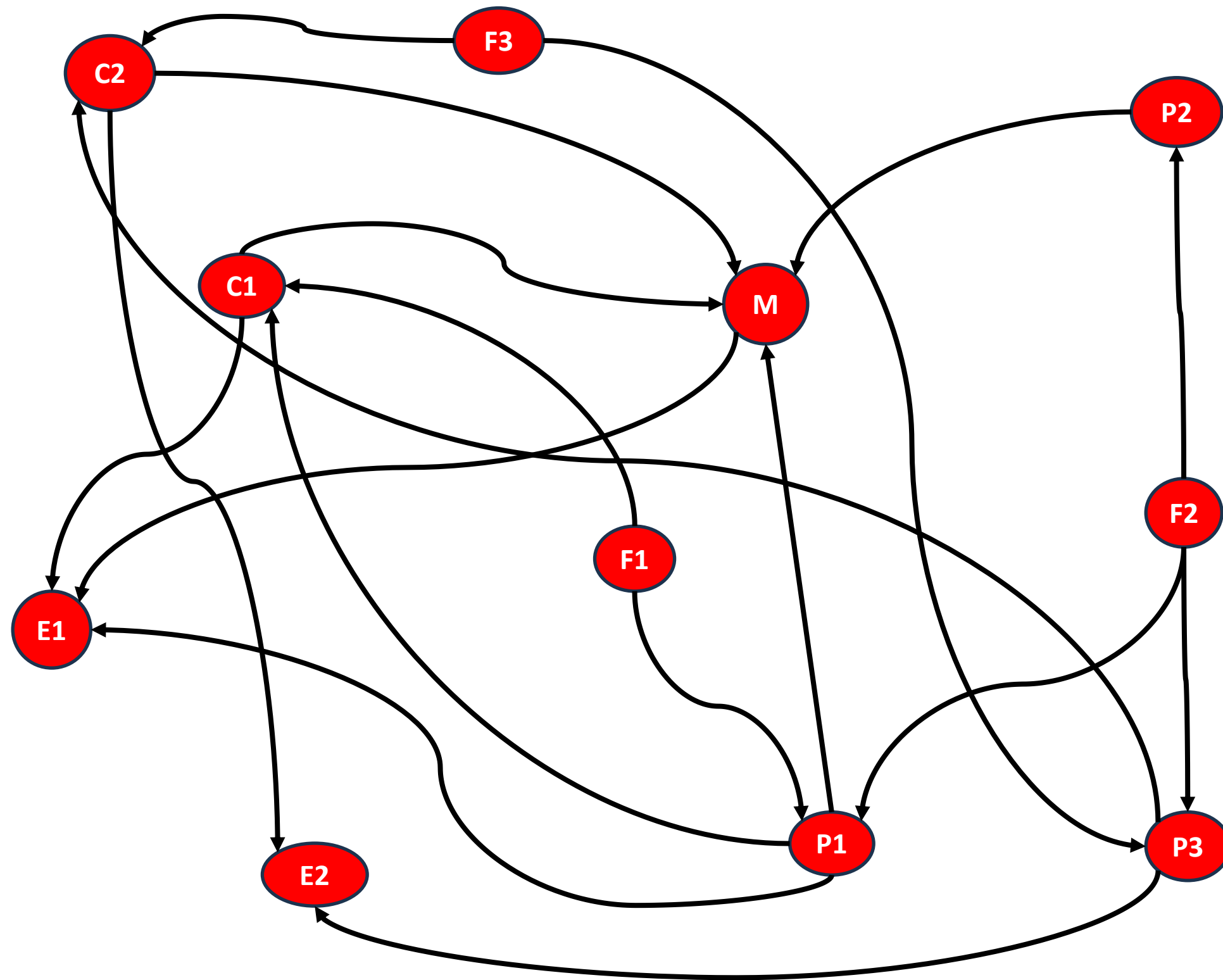


# Problemas de ordenación – Nueva fábrica



Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	F1, F2
Piezas 2 (P2)	M	F2
Montaje (M)	E1	P1, P2, C1, C2
Ensamblaje 2 (E2)	-	P3, C2
Calidad 1 (C1)	M, E1	F1, P1
Ensamblaje 1 (E1)	-	P1, M, C1
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	F2, F3
Calidad 2 (C2)	M, E2	P3, F3
Forja 3 (F3)	C2, P3	-

# Problemas de ordenación – Nueva fábrica

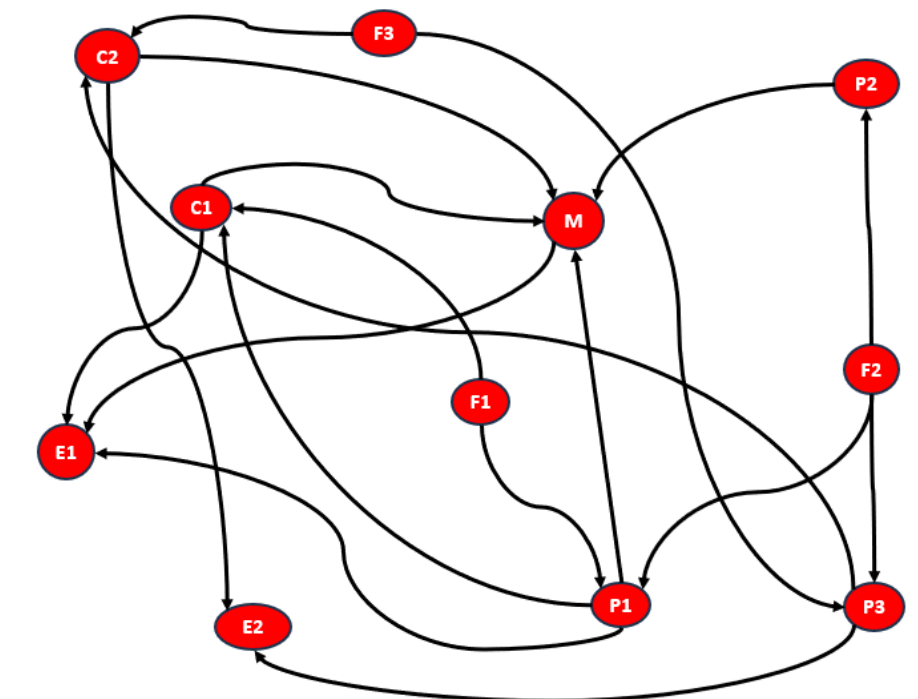


Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	F1, F2
Piezas 2 (P2)	M	F2
Montaje (M)	E1	P1, P2, C1, C2
Ensamblaje 2 (E2)	-	P3, C2
Calidad 1 (C1)	M, E1	F1, P1
Ensamblaje 1 (E1)	-	P1, M, C1
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	F2, F3
Calidad 2 (C2)	M, E2	P3, F3
Forja 3 (F3)	C2, P3	-



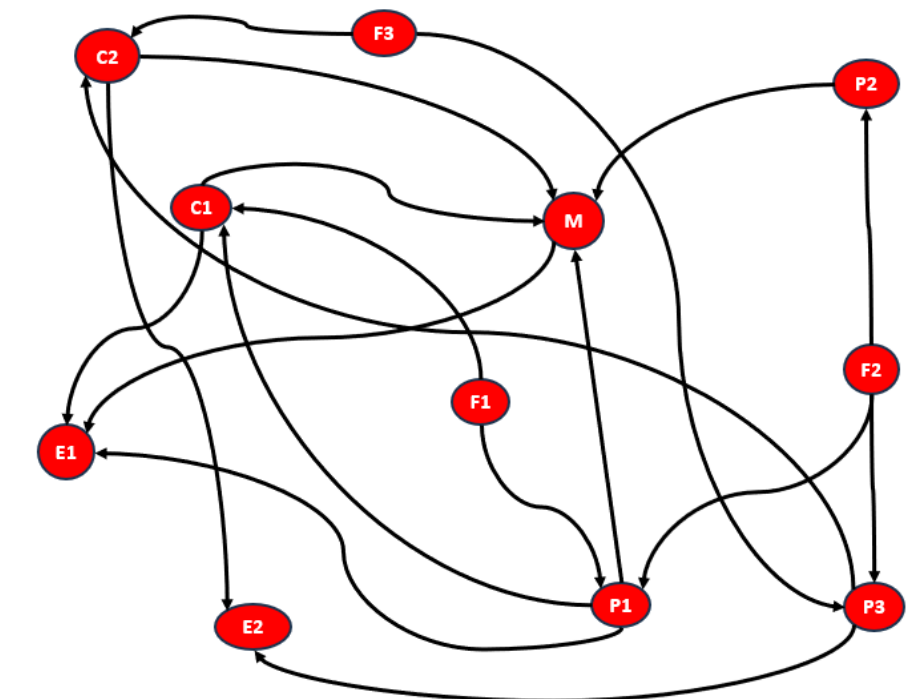
# Problemas de ordenación – Nueva fábrica

Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	F1, F2
Piezas 2 (P2)	M	F2
Montaje (M)	E1	P1, P2, C1, C2
Ensamblaje 2 (E2)	-	P3, C2
Calidad 1 (C1)	M, E1	F1, P1
Ensamblaje 1 (E1)	-	P1, M, C1
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	F2, F3
Calidad 2 (C2)	M, E2	P3, F3
Forja 3 (F3)	C2, P3	-



# Problemas de ordenación – Nueva fábrica

Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	F1, F2
Piezas 2 (P2)	M	F2
Montaje (M)	E1	P1, P2, C1, C2
Ensamblaje 2 (E2)	-	P3, C2
Calidad 1 (C1)	M, E1	F1, P1
Ensamblaje 1 (E1)	-	P1, M, C1
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	F2, F3
Calidad 2 (C2)	M, E2	P3, F3
Forja 3 (F3)	C2, P3	-



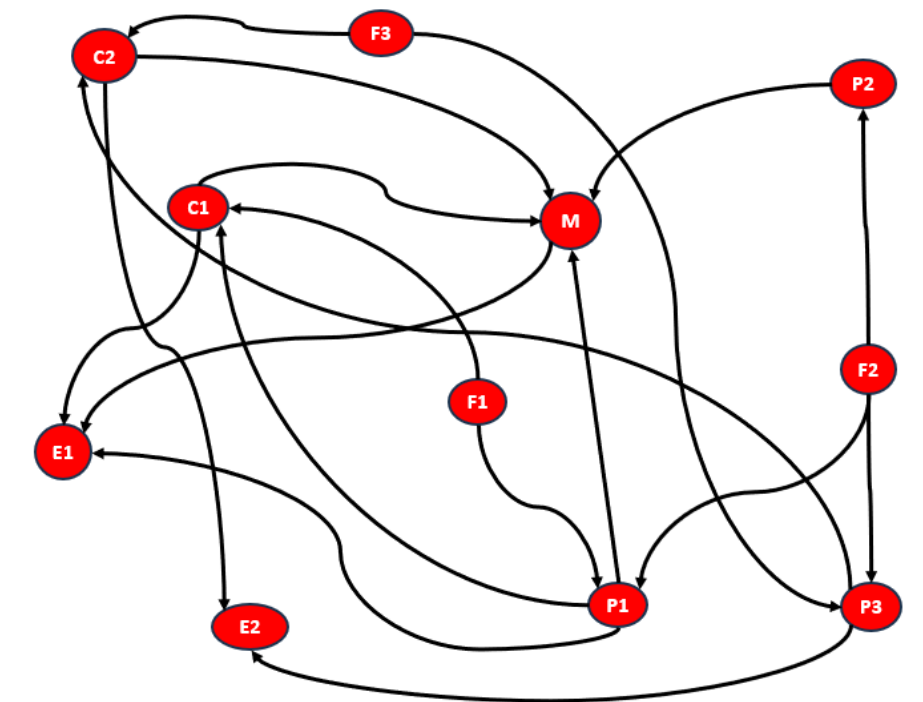
# Problemas de ordenación – Nueva fábrica

F1

F2

F3

Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	F1, F2
Piezas 2 (P2)	M	F2
Montaje (M)	E1	P1, P2, C1, C2
Ensamblaje 2 (E2)	-	P3, C2
Calidad 1 (C1)	M, E1	F1, P1
Ensamblaje 1 (E1)	-	P1, M, C1
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	F2, F3
Calidad 2 (C2)	M, E2	P3, F3
Forja 3 (F3)	C2, P3	-



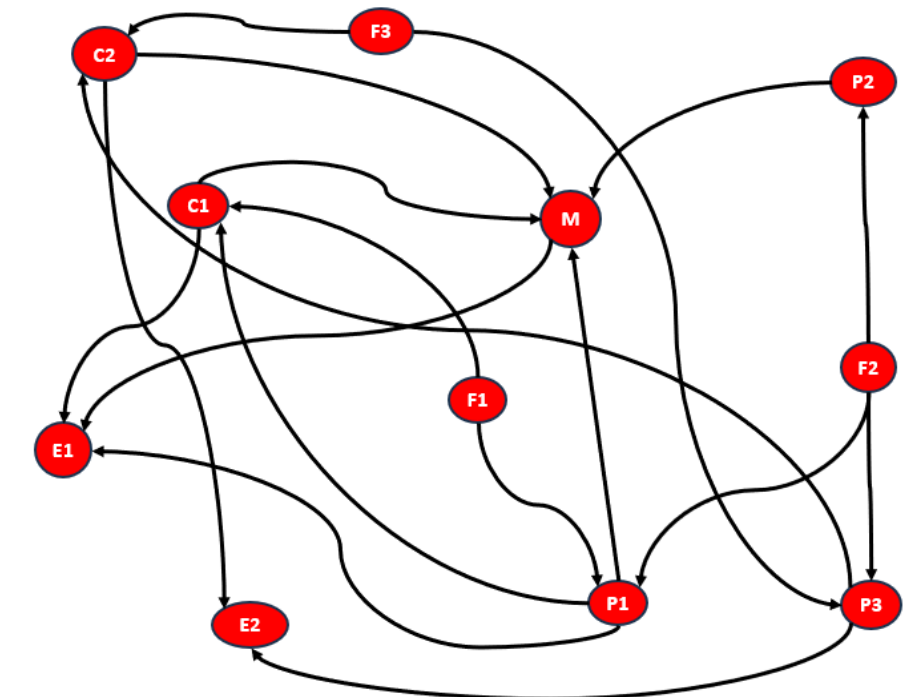
# Problemas de ordenación – Nueva fábrica

F1

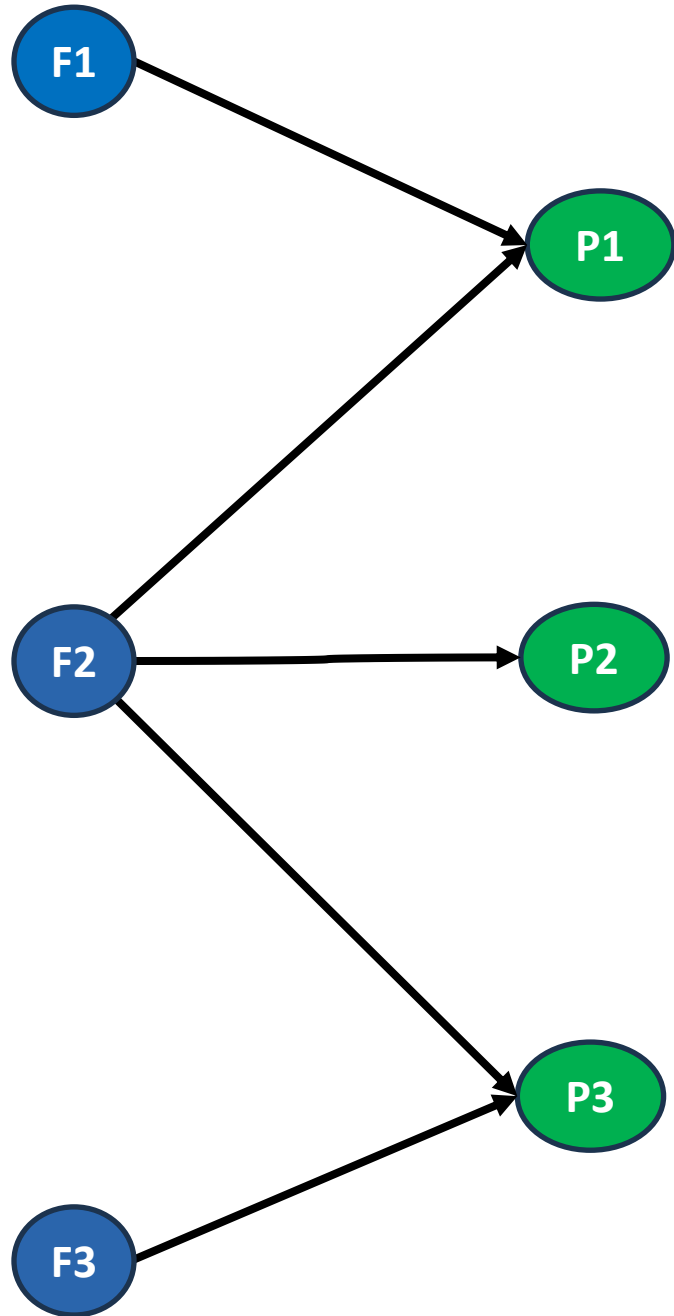
F2

F3

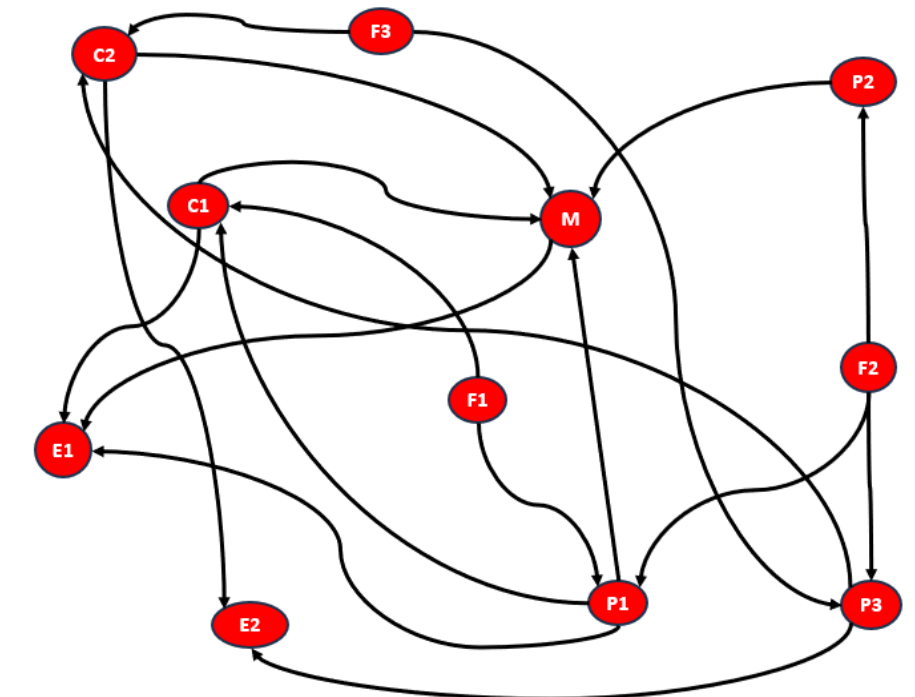
Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	<b>F1, F2</b>
Piezas 2 (P2)	M	<b>F2</b>
Montaje (M)	E1	P1, P2, C1, C2
Ensamblaje 2 (E2)	-	P3, C2
Calidad 1 (C1)	M, E1	<b>F1, P1</b>
Ensamblaje 1 (E1)	-	P1, M, C1
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	<b>F2, F3</b>
Calidad 2 (C2)	M, E2	P3, <b>F3</b>
Forja 3 (F3)	C2, P3	-



# Problemas de ordenación – Nueva fábrica

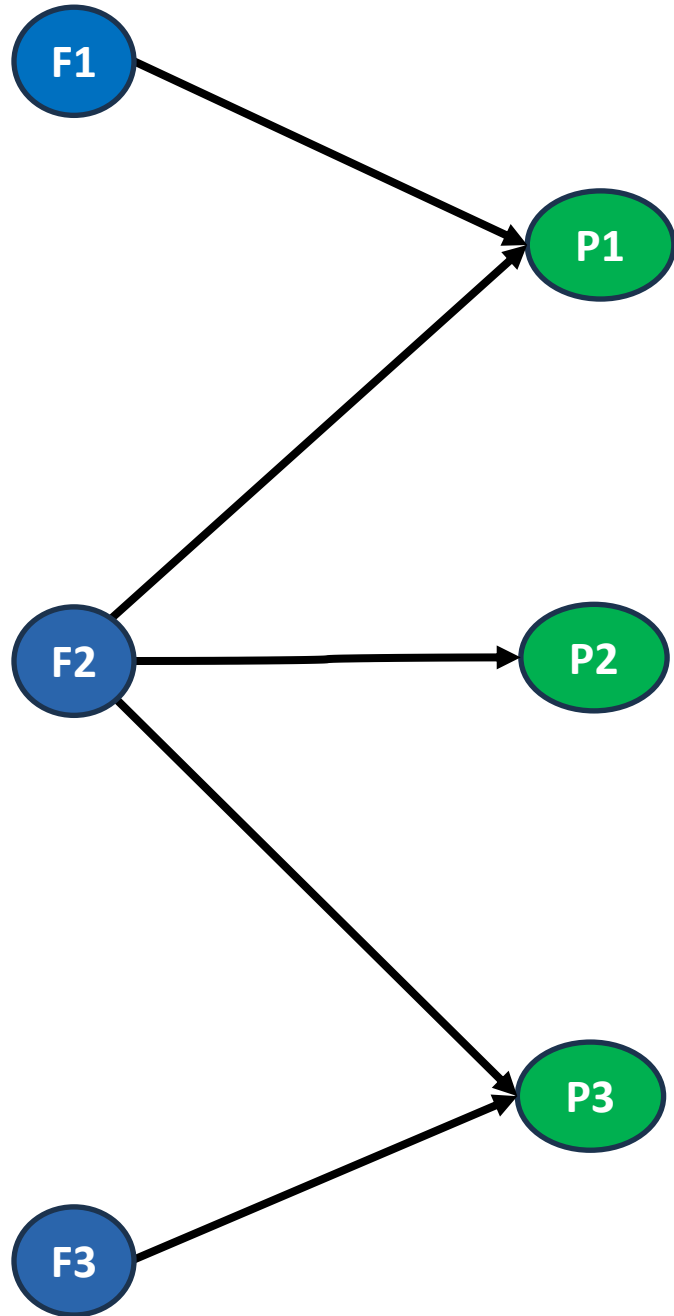


Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	<b>F1, F2</b>
Piezas 2 (P2)	M	<b>F2</b>
Montaje (M)	E1	P1, P2, C1, C2
Ensamblaje 2 (E2)	-	P3, C2
Calidad 1 (C1)	M, E1	<b>F1, P1</b>
Ensamblaje 1 (E1)	-	P1, M, C1
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	<b>F2, F3</b>
Calidad 2 (C2)	M, E2	P3, <b>F3</b>
Forja 3 (F3)	C2, P3	-

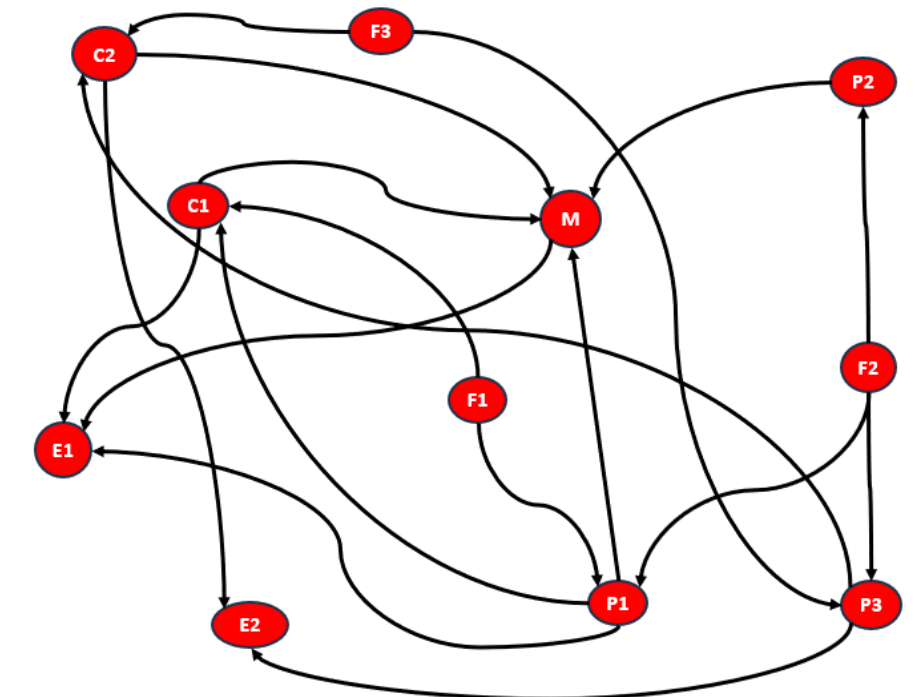




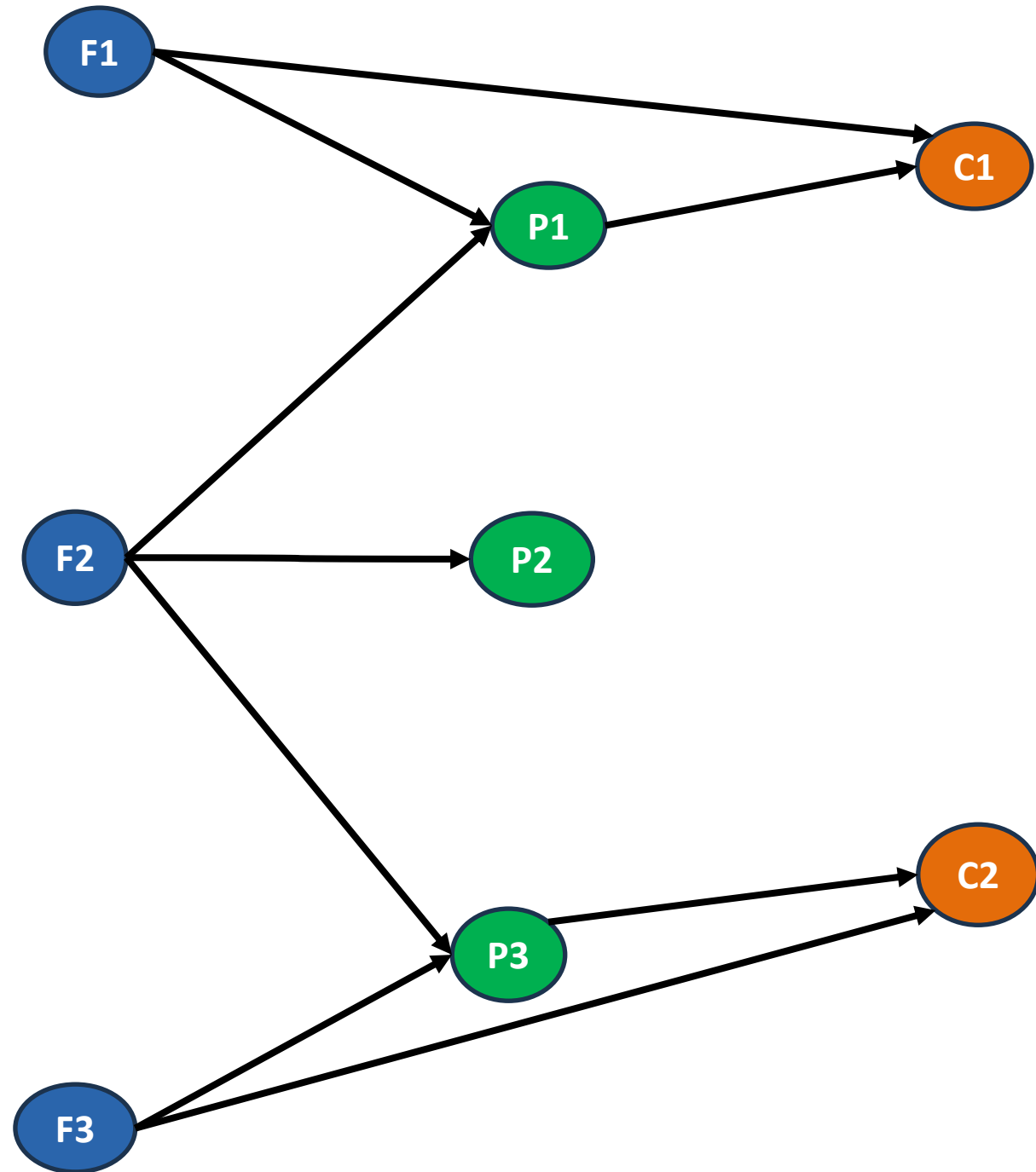
# Problemas de ordenación – Nueva fábrica



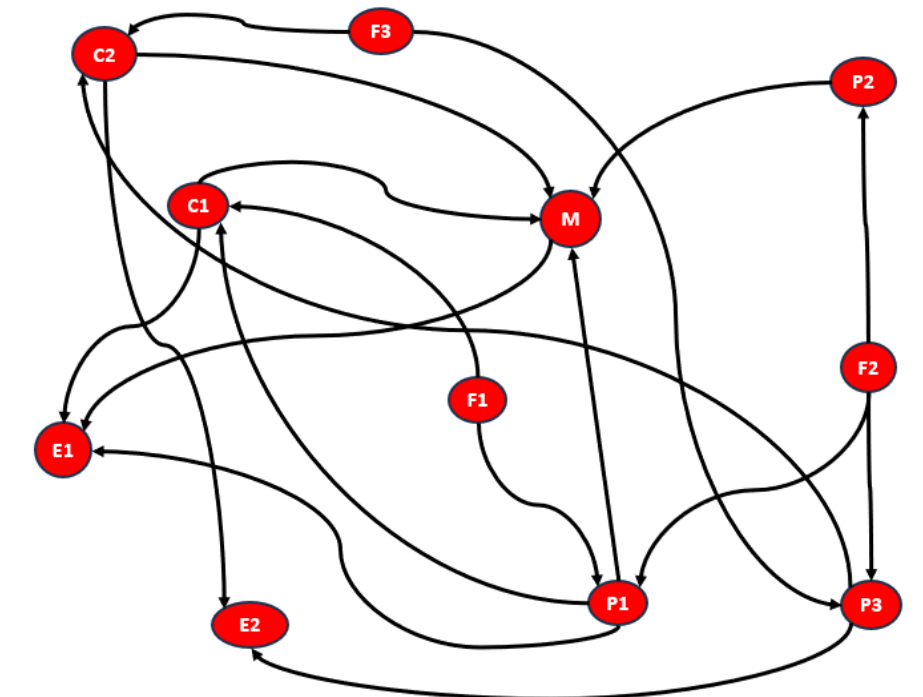
Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	<del>F1, F2</del>
Piezas 2 (P2)	M	<del>F2</del>
Montaje (M)	E1	<del>P1, P2, C1, C2</del>
Ensamblaje 2 (E2)	-	<del>P3, C2</del>
Calidad 1 (C1)	M, E1	<del>F1, P1</del>
Ensamblaje 1 (E1)	-	<del>P1, M, C1</del>
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	<del>F2, F3</del>
Calidad 2 (C2)	M, E2	<del>P3, F3</del>
Forja 3 (F3)	C2, P3	-



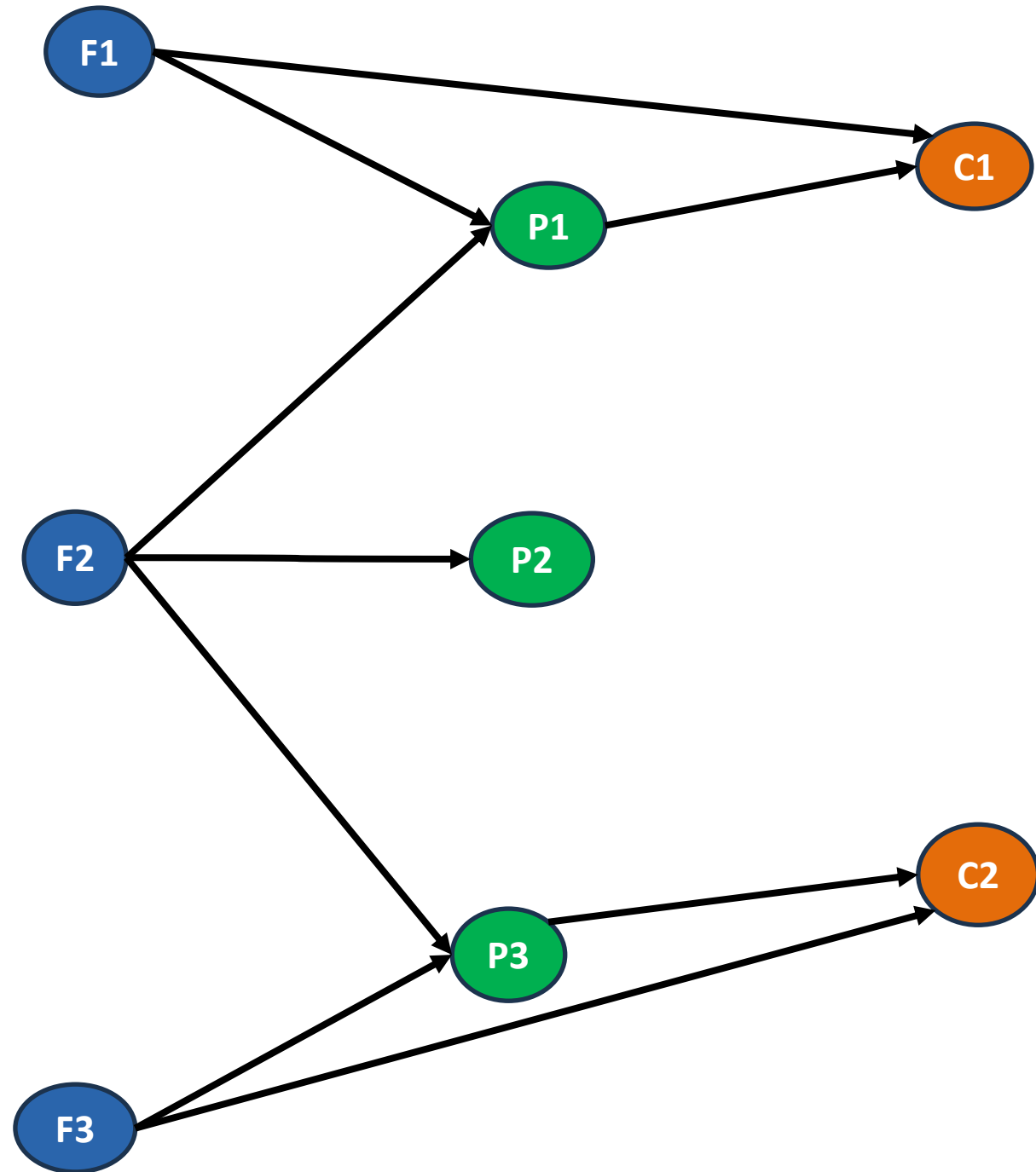
# Problemas de ordenación – Nueva fábrica



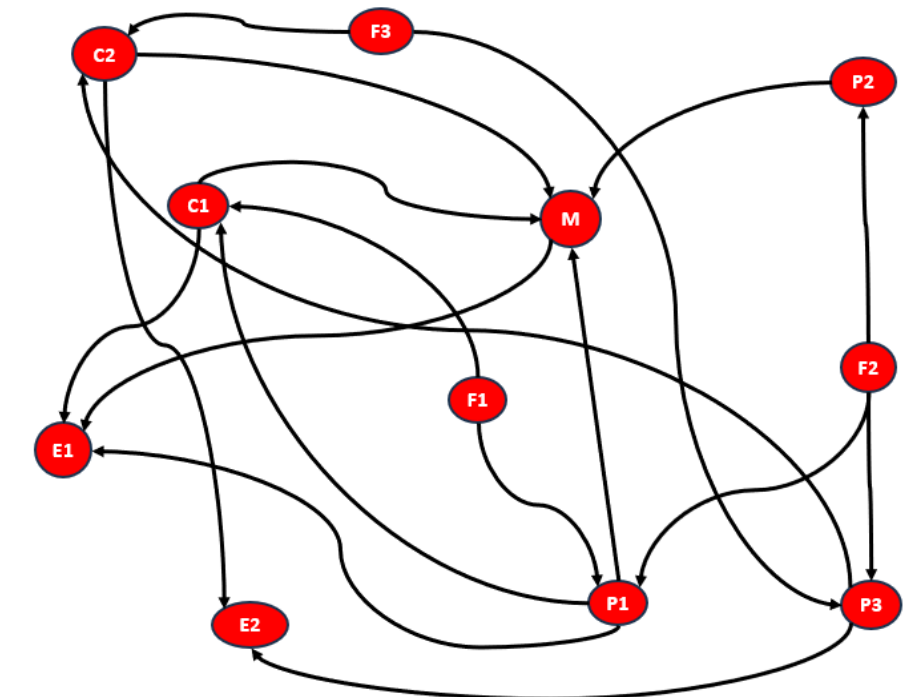
Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	<del>F1, F2</del>
Piezas 2 (P2)	M	<del>F2</del>
Montaje (M)	E1	<del>P1, P2, C1, C2</del>
Ensamblaje 2 (E2)	-	<del>P3, C2</del>
Calidad 1 (C1)	M, E1	<del>F1, P1</del>
Ensamblaje 1 (E1)	-	<del>P1, M, C1</del>
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	<del>F2, F3</del>
Calidad 2 (C2)	M, E2	<del>P3, F3</del>
Forja 3 (F3)	C2, P3	-



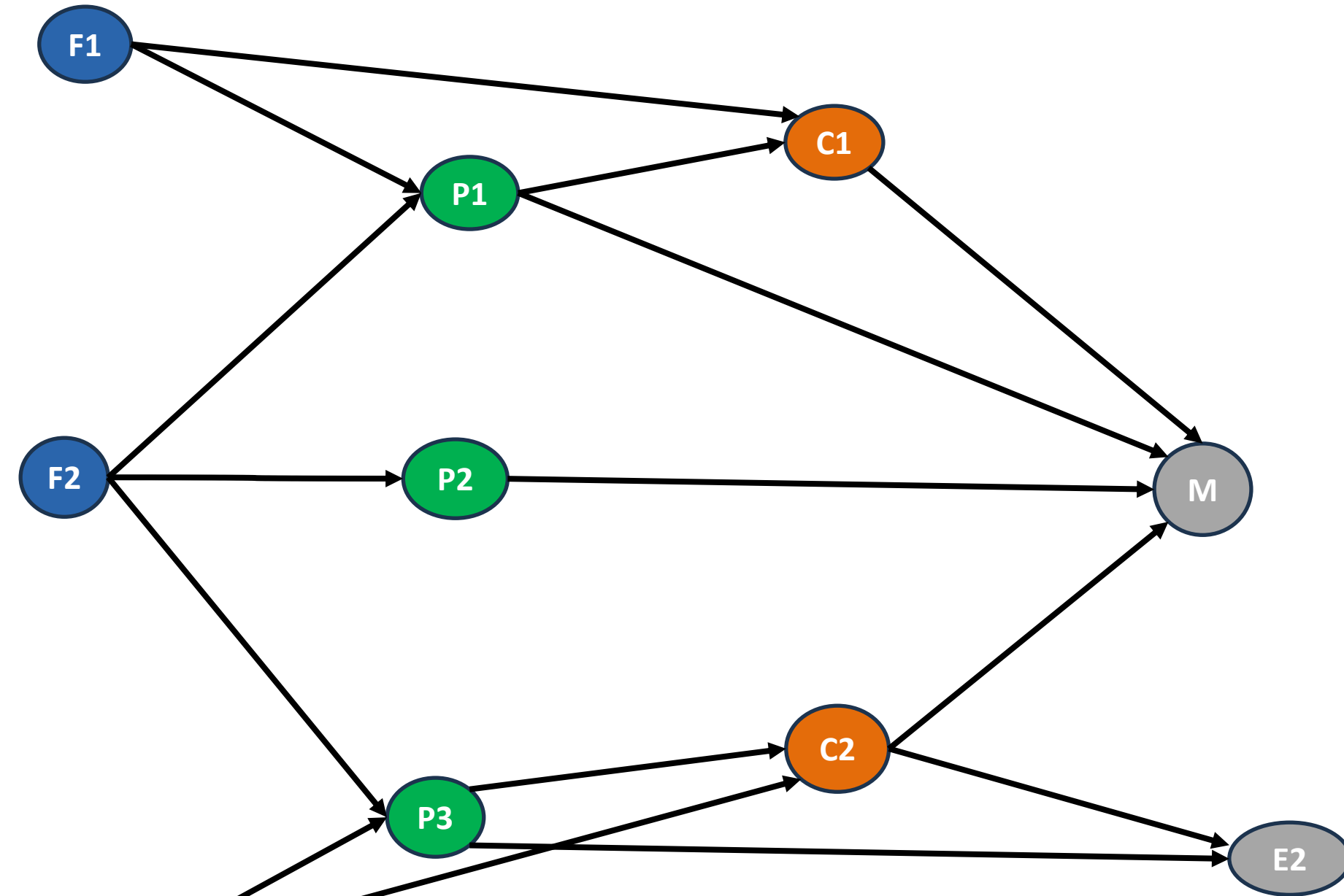
# Problemas de ordenación – Nueva fábrica



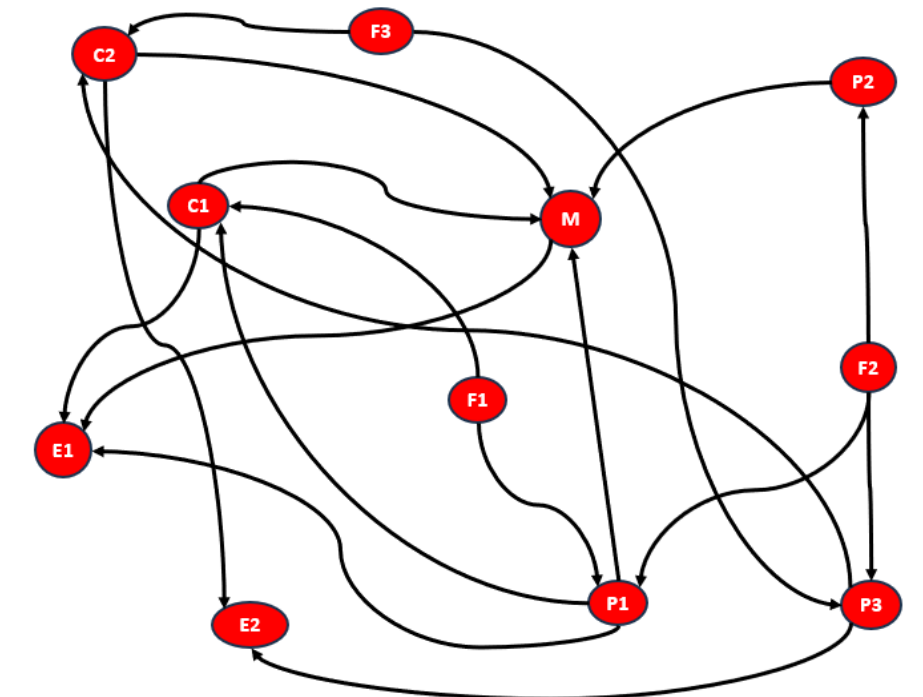
Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	<del>F1, F2</del>
Piezas 2 (P2)	M	<del>F2</del>
Montaje (M)	E1	<del>P1, P2, C1, C2</del>
Ensamblaje 2 (E2)	-	<del>P3, C2</del>
Calidad 1 (C1)	M, E1	<del>F1, P1</del>
Ensamblaje 1 (E1)	-	<del>P1, M, C1</del>
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	<del>F2, F3</del>
Calidad 2 (C2)	M, E2	<del>P3, F3</del>
Forja 3 (F3)	C2, P3	-



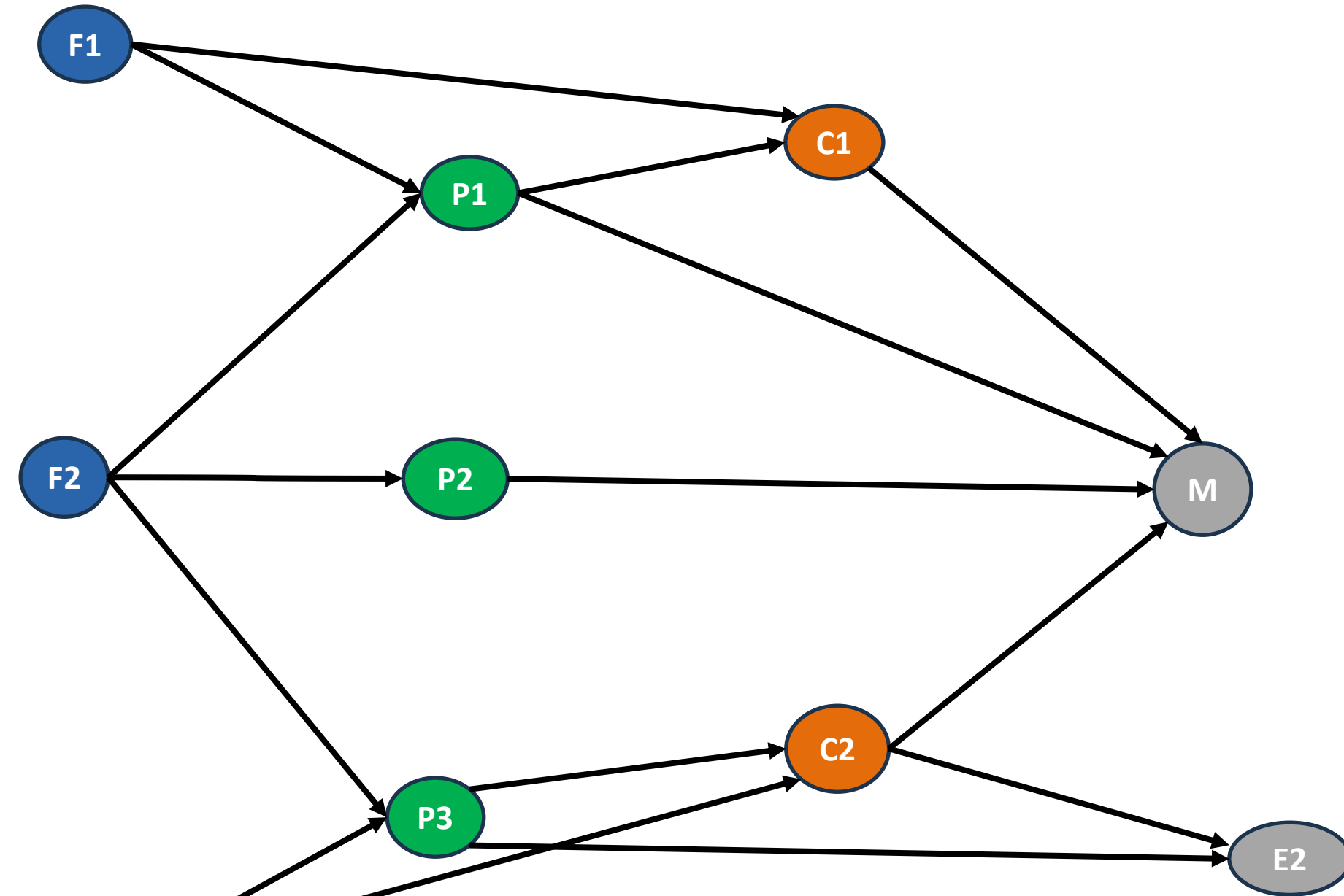
# Problemas de ordenación – Nueva fábrica



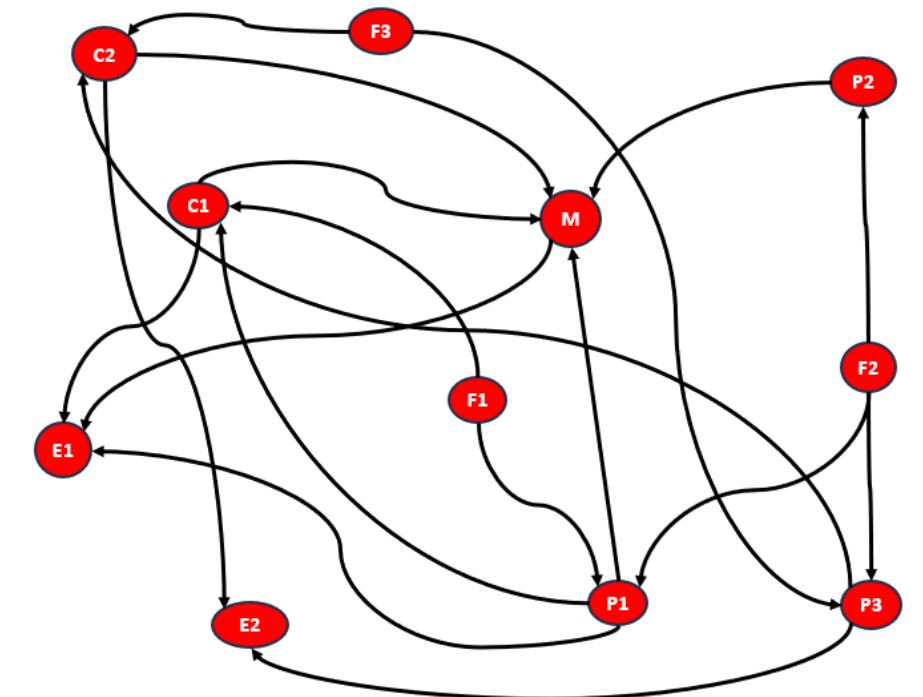
Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	<del>F1, F2</del>
Piezas 2 (P2)	M	<del>F2</del>
Montaje (M)	E1	<del>P1, P2, C1, C2</del>
Ensamblaje 2 (E2)	-	<del>P3, C2</del>
Calidad 1 (C1)	M, E1	<del>F1, P1</del>
Ensamblaje 1 (E1)	-	<del>P1, M, C1</del>
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	<del>F2, F3</del>
Calidad 2 (C2)	M, E2	<del>P3, F3</del>
Forja 3 (F3)	C2, P3	-



# Problemas de ordenación – Nueva fábrica

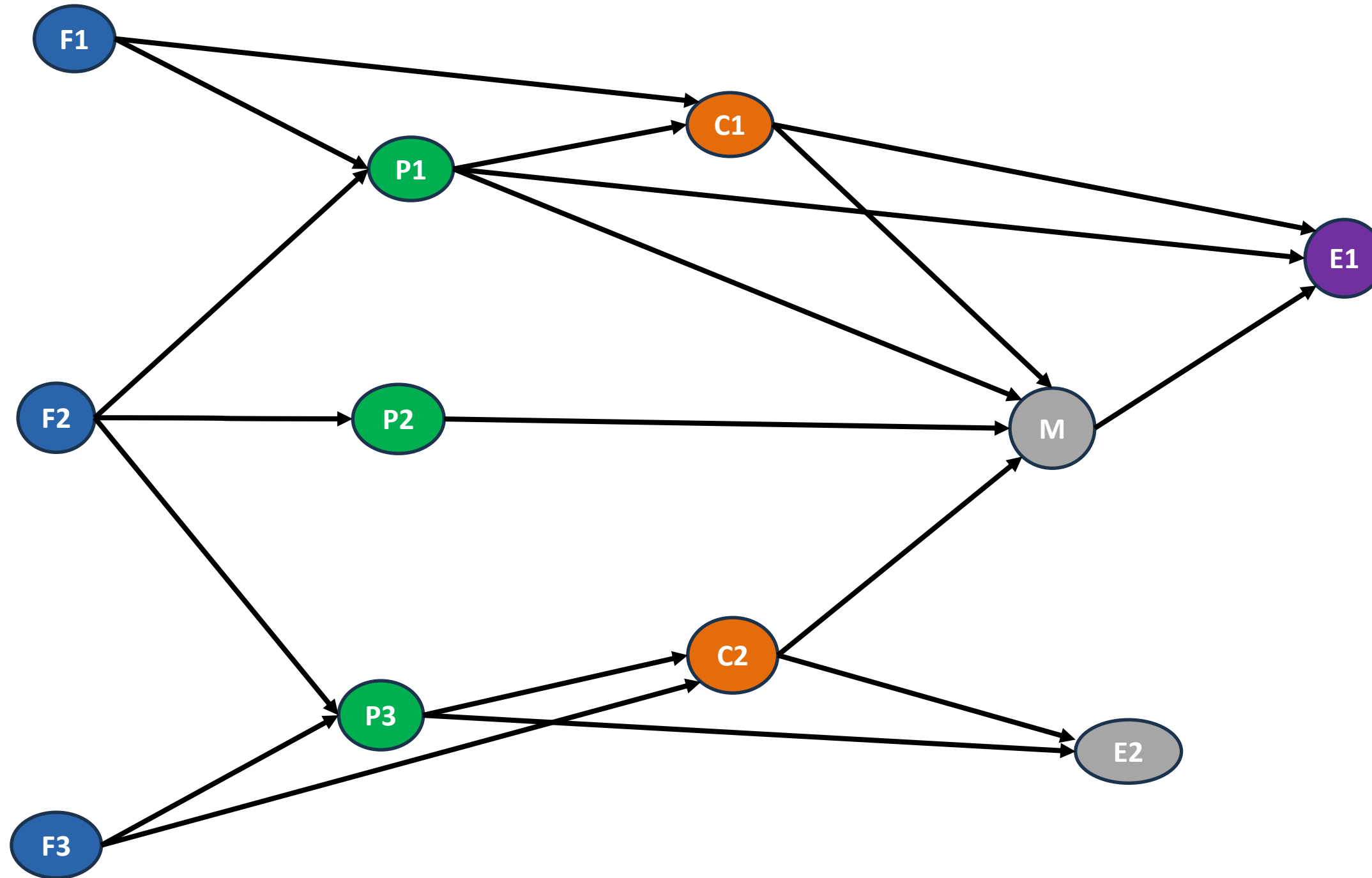


Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	<b>F1, F2</b>
Piezas 2 (P2)	M	<b>F2</b>
Montaje (M)	E1	<b>P1, P2, C1, C2</b>
Ensamblaje 2 (E2)	-	<b>P3, C2</b>
Calidad 1 (C1)	M, E1	<b>F1, P1</b>
Ensamblaje 1 (E1)	-	<b>P1, M, C1</b>
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	<b>F2, F3</b>
Calidad 2 (C2)	M, E2	<b>P3, F3</b>
Forja 3 (F3)	C2, P3	-

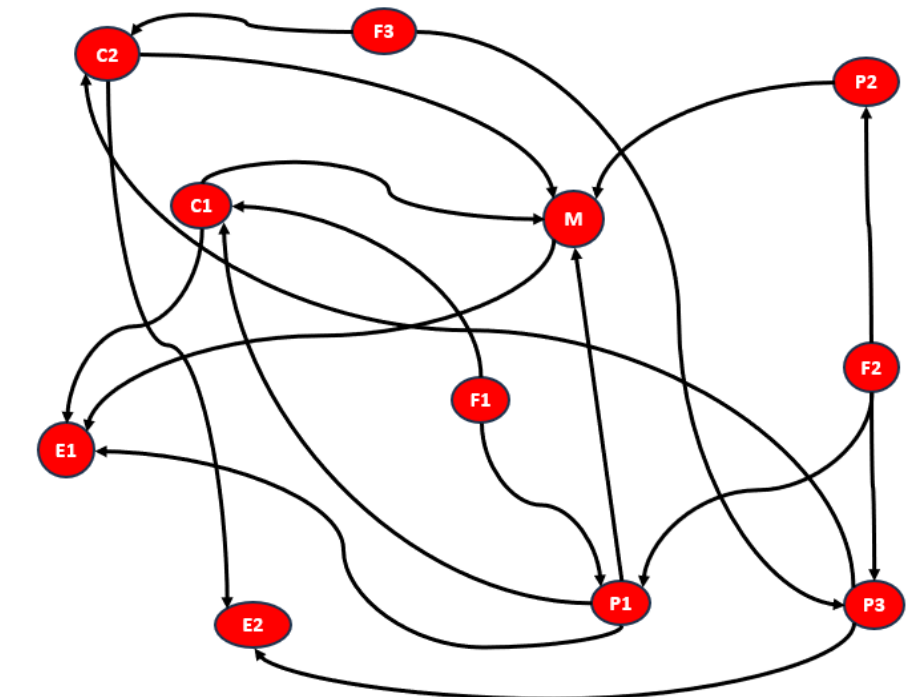




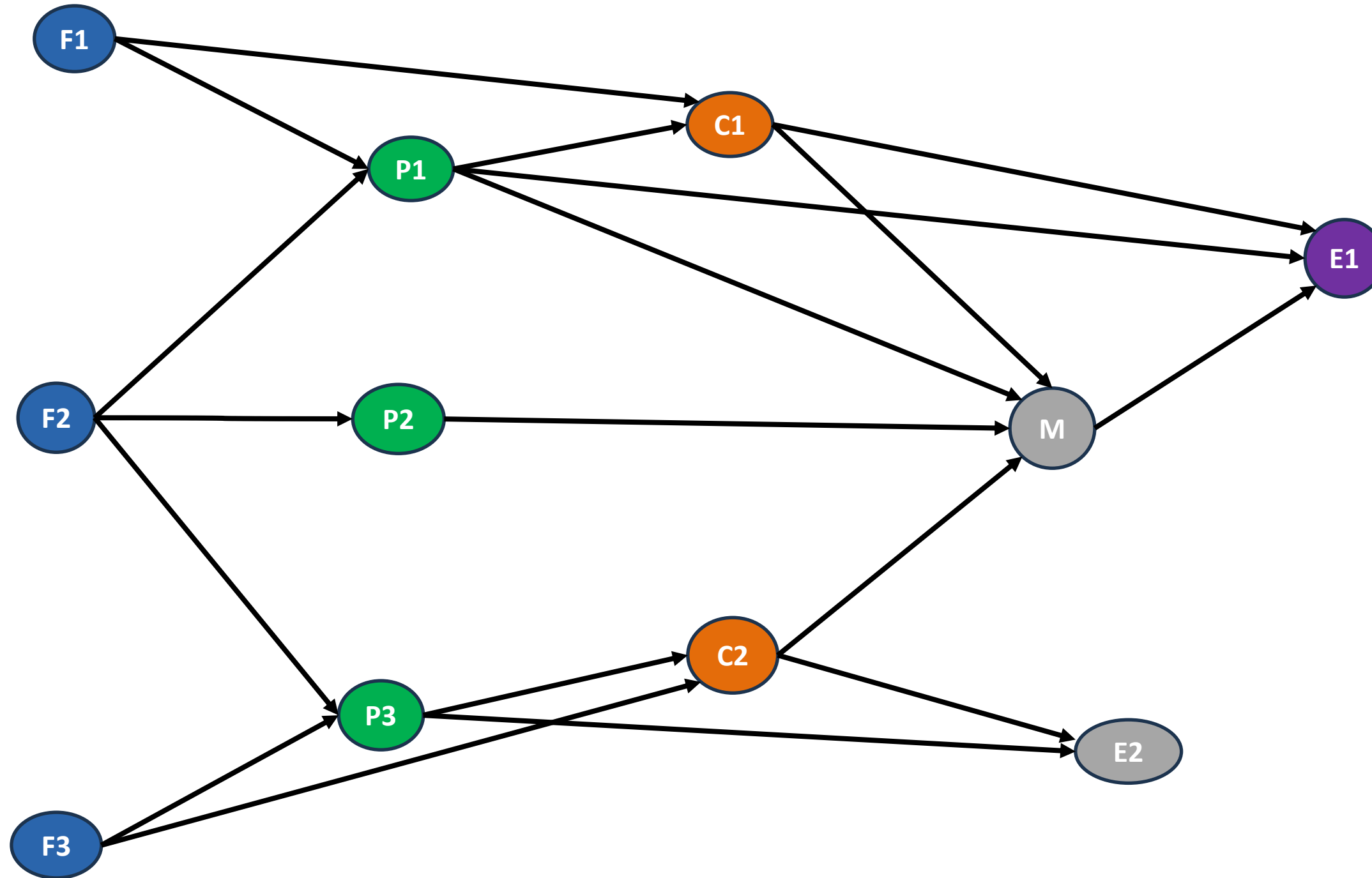
# Problemas de ordenación – Nueva fábrica



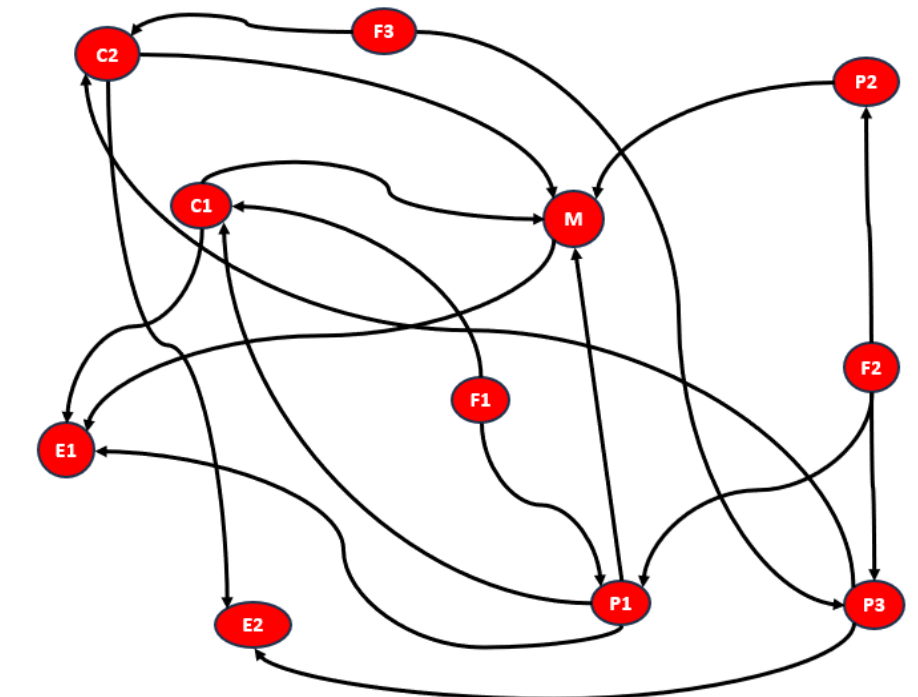
Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	<b>F1, F2</b>
Piezas 2 (P2)	M	<b>F2</b>
Montaje (M)	E1	<b>P1, P2, C1, C2</b>
Ensamblaje 2 (E2)	-	<b>P3, C2</b>
Calidad 1 (C1)	M, E1	<b>F1, P1</b>
Ensamblaje 1 (E1)	-	<b>P1, M, C1</b>
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	<b>F2, F3</b>
Calidad 2 (C2)	M, E2	<b>P3, F3</b>
Forja 3 (F3)	C2, P3	-



# Problemas de ordenación – Nueva fábrica



Máquina	Destino	Requerimiento
Forja 1 (F1)	P1, C1	-
Piezas 1 (P1)	M, C1, E1	<b>F1, F2</b>
Piezas 2 (P2)	M	<b>F2</b>
Montaje (M)	E1	<b>P1, P2, C1, C2</b>
Ensamblaje 2 (E2)	-	<b>P3, C2</b>
Calidad 1 (C1)	M, E1	<b>F1, P1</b>
Ensamblaje 1 (E1)	-	<b>P1, M, C1</b>
Forja 2 (F2)	P1, P2, P3	-
Piezas 3 (P3)	E2, C2	<b>F2, F3</b>
Calidad 2 (C2)	M, E2	<b>P3, F3</b>
Forja 3 (F3)	C2, P3	-





**Universidad**  
Zaragoza



**Facultad de Ciencias**  
**Universidad Zaragoza**

**FERSA**





**FERSA**

Thank you

[miguel.plasencia@fersa.com](mailto:miguel.plasencia@fersa.com) (Física)

[daniel.ulibbarri@fersa.com](mailto:daniel.ulibbarri@fersa.com) (Física y Matemáticas)

[raul.moratilla@fersa.com](mailto:raul.moratilla@fersa.com) (Física)

[juan.minguez@fersa.com](mailto:juan.minguez@fersa.com) (Física)

[juanmanuel.perez@fersa.com](mailto:juanmanuel.perez@fersa.com) (Física)

[lucia.carmen@fersa.com](mailto:lucia.carmen@fersa.com) (Matemáticas)

[paula.Robredo@fersa.com](mailto:paula.Robredo@fersa.com) (Física y Matemáticas)