UNIVERSIDAD DE GRANADA

grafo RESEARCH

Búsqueda de vecindad variable para el problema del conjunto k-dominante mínimo

XVII Congreso Español de Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados

11-13 de Noviembre de 2026

Raúl Fauste-Jiménez (raul.fauste@urjc.es)

Isaac Lozano-Osorio (isaac.lozano@urjc.es)

Jesús Sánchez-Oro (jesus.sanchezoro@urjc.es)

Óscar Cordón (ocordon@decsai.ugr.es)

Universidad Rey Juan Carlos

Introducción

- El problema del **conjunto k-dominante mínimo** es un problema **NP-Difícil**

- Es una **variante** de los problemas clásicos de dominación

- **Aplicaciones de la vida real**:
  - Problemas de localización de instalaciones
  - Redes sociales
  - Diseño de redes

Introducción – Definición del problema

Dado un grafo $G = (V, E)$ consiste en encontrar el **subconjunto $D_k \subseteq V$ con mínima cardinalidad** tal que $\forall v \in V$ se **verifique al menos una** de las siguientes condiciones:

1. $v \in D_k$
2. v es **adyacente al menos** a k vértices pertenecientes a D_k

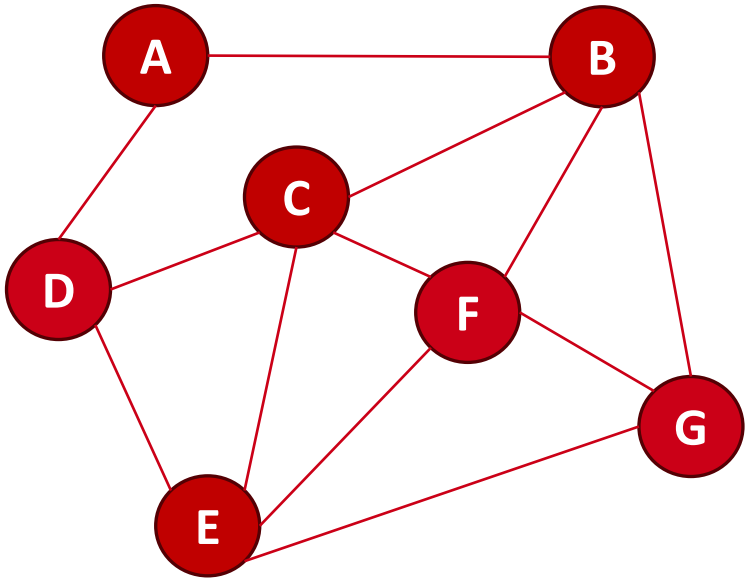
Introducción – Formulación

$$min \quad \sum_{i \in V} x_i$$

$$s.a. \quad \sum_{j \in N(i)} x_j \geq k(1 - x_i) \qquad \forall i \in V$$

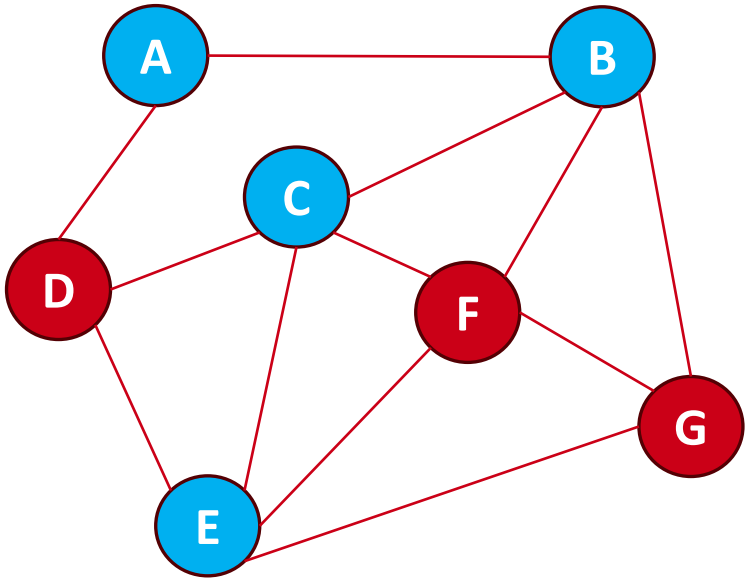
$$x_i \in \{0,1\} \qquad \forall i \in V$$

Introducción – Ejemplo



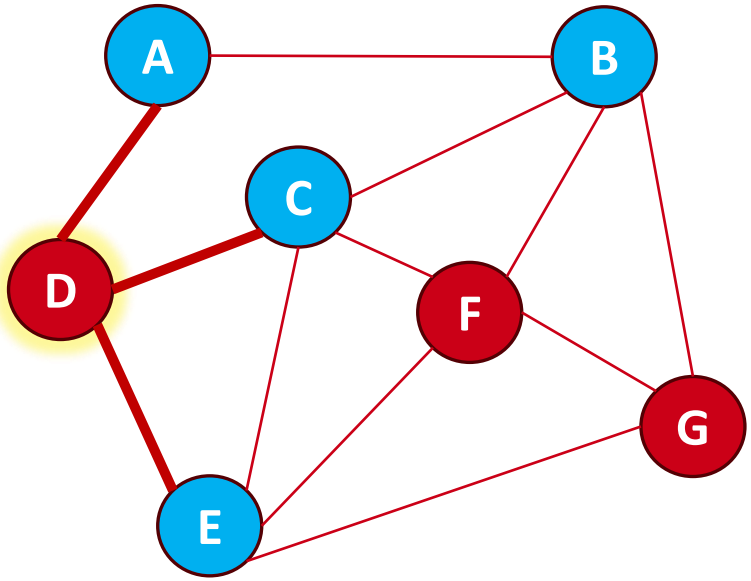
$$k = 2$$

Introducción – Ejemplo



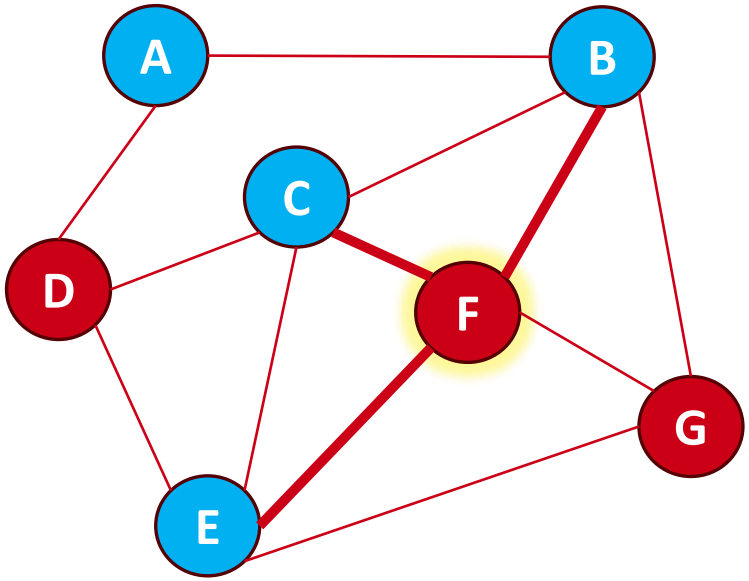
$$k = 2$$

Introducción – Ejemplo



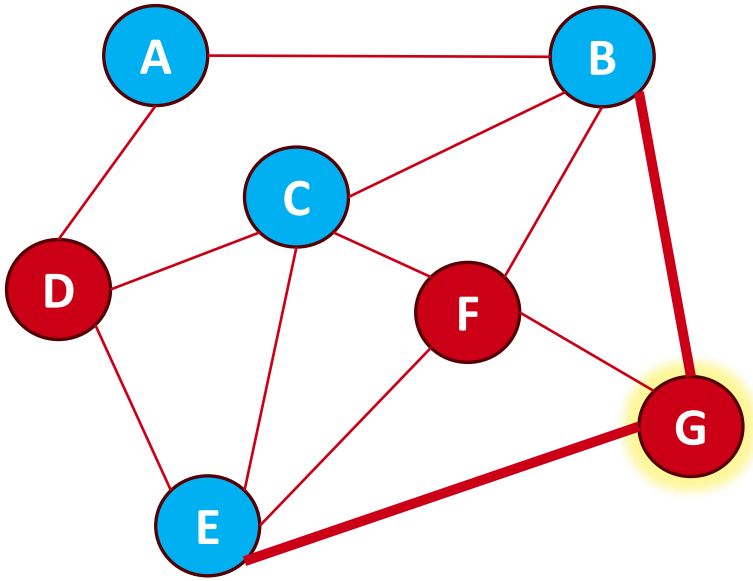
$$k = 2$$

Introducción – Ejemplo



$$k = 2$$

Introducción – Ejemplo



$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – VNS

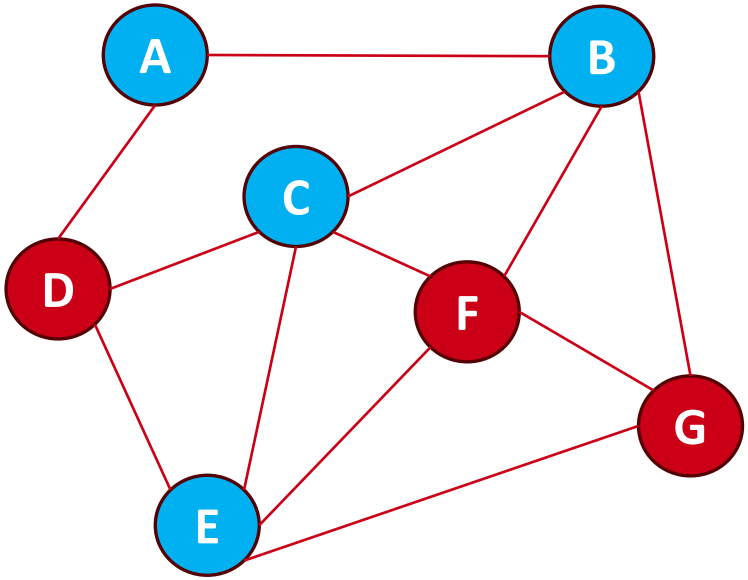
- Propuesto por Nenad Mladenović y Pierre Hansen en 1997

- Las **componentes principales** de nuestra propuesta son:
  - **Solución inicial**
  - **Post-proceso**
  - **Fase de mejora**

Propuesta Algorítmica – Solución inicial

- Comenzamos con $D_k = \{\}$
- Se añaden los vértices con **grado menor que k**
- **Iterativamente**, hasta obtener una solución factible, **se añade** el **vértice $v \notin D_k$ con mayor cobertura**
- **Cobertura de un vértice v**: Número de vértices k-dominados tras añadir v a D_k

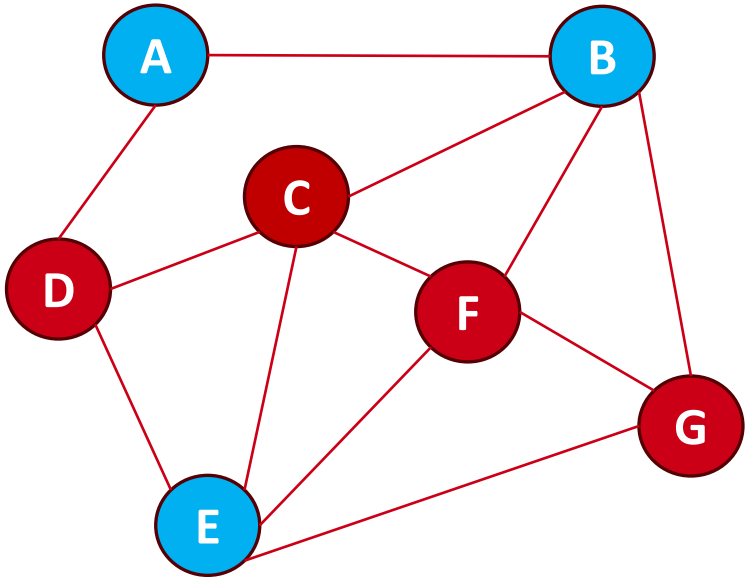
Propuesta Algorítmica – Post-proceso



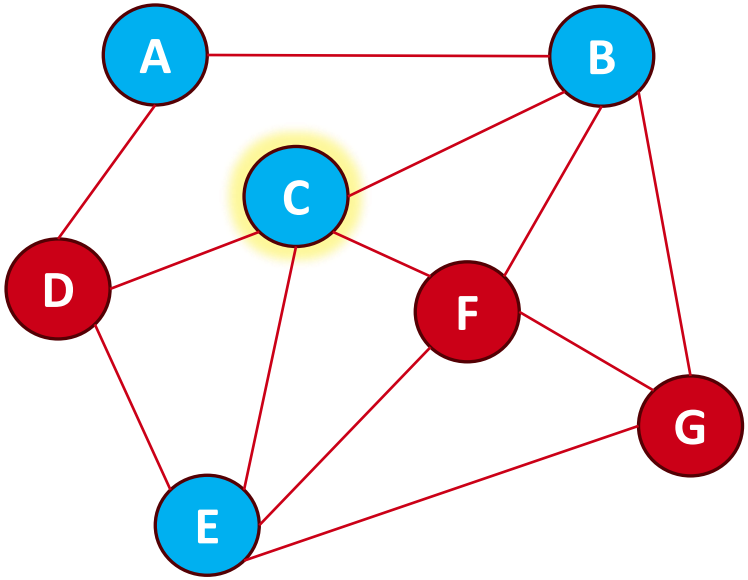
Vértice C es redundante

$$k = 2$$

Vértice C es eliminado



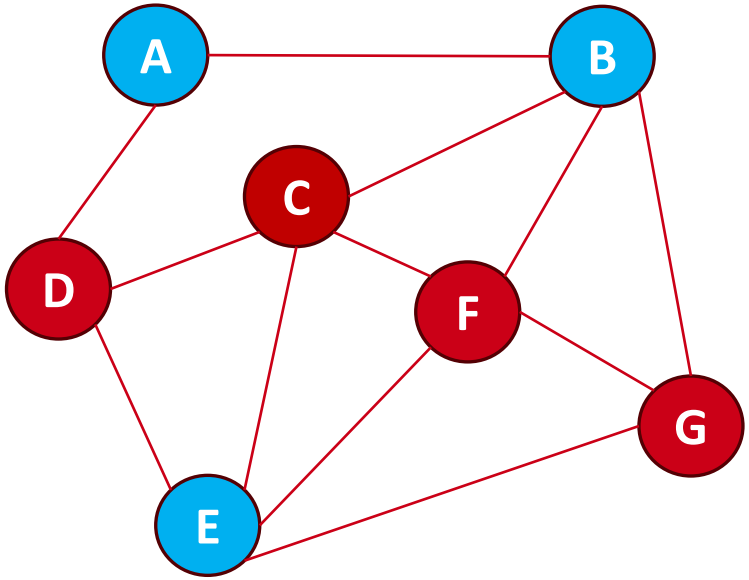
Propuesta Algorítmica – Post-proceso



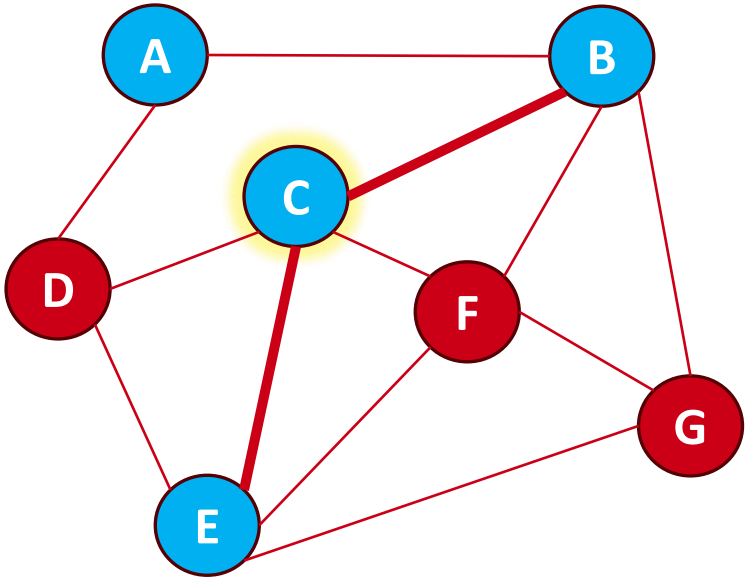
Vértice C es redundante

$$k = 2$$

Vértice C es eliminado



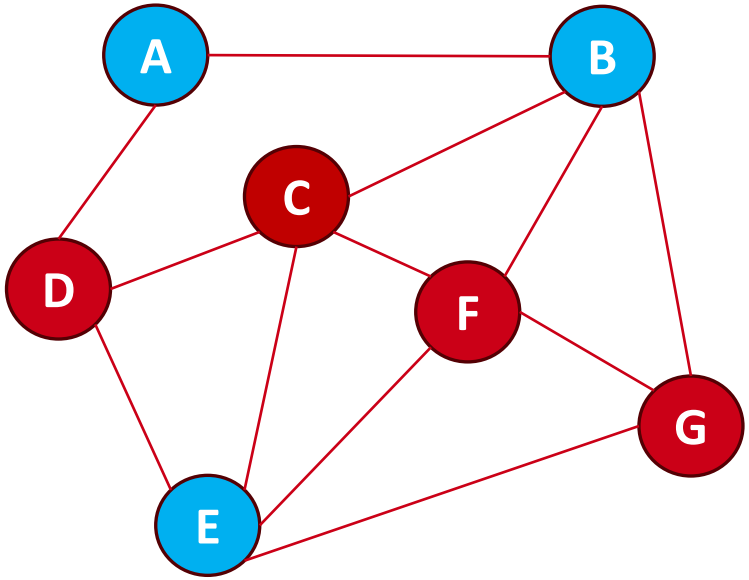
Propuesta Algorítmica – Post-proceso



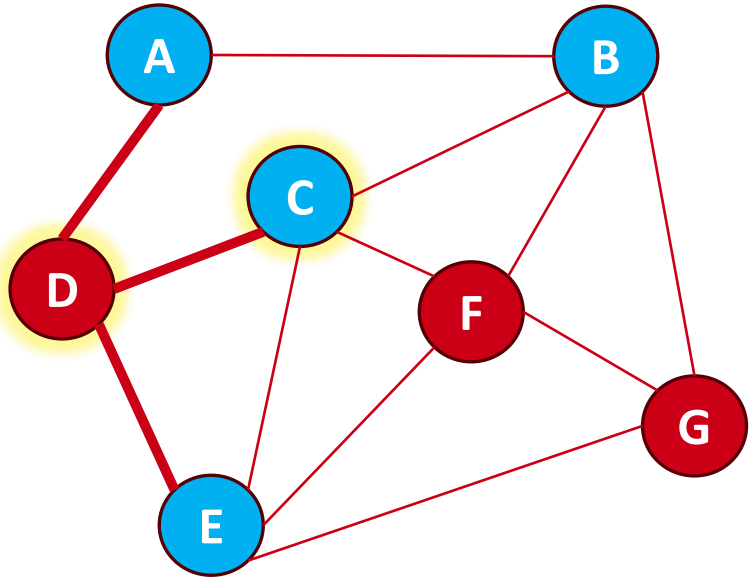
Vértice C es redundante

$$k = 2$$

Vértice C es eliminado



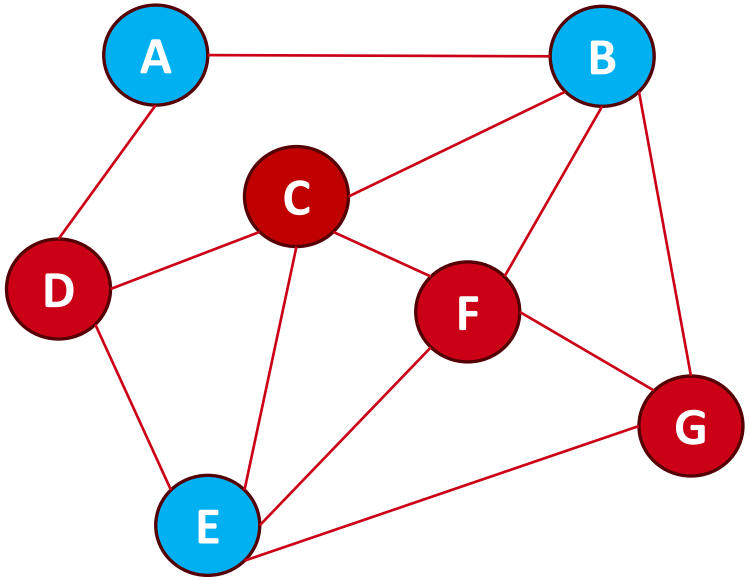
Propuesta Algorítmica – Post-proceso



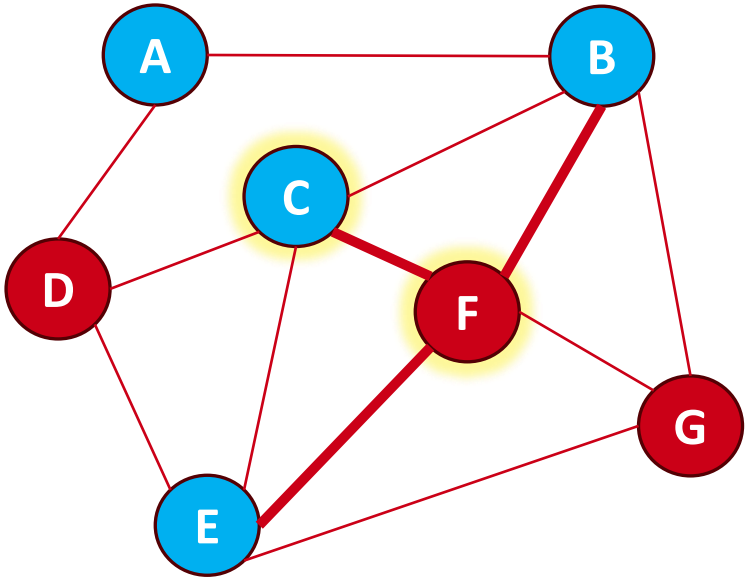
Vértice C es redundante

$$k = 2$$

Vértice C es eliminado



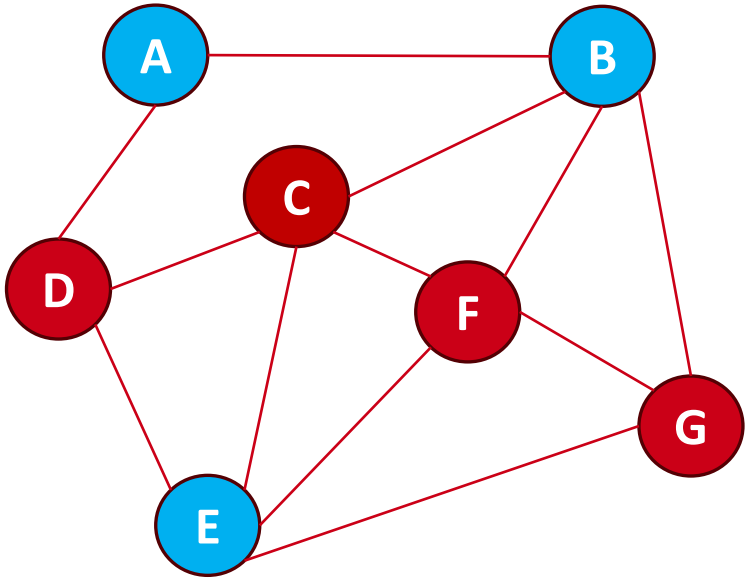
Propuesta Algorítmica – Post-proceso



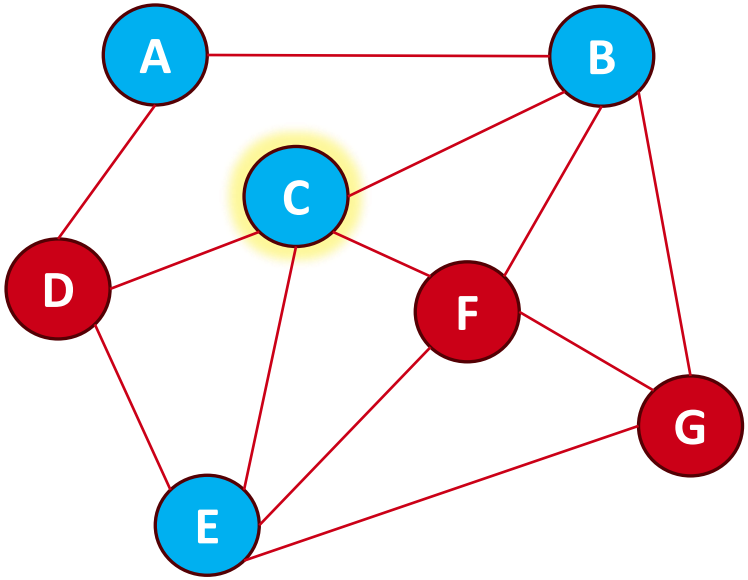
Vértice C es redundante

$k = 2$

Vértice C es eliminado



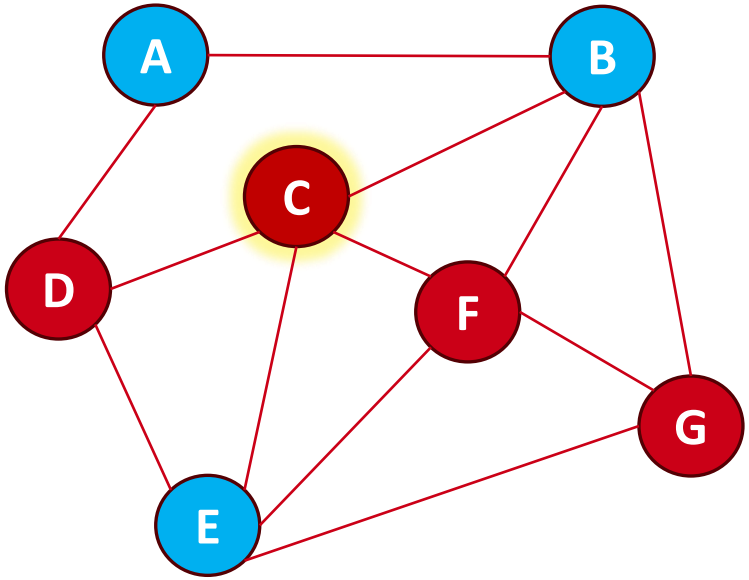
Propuesta Algorítmica – Post-proceso



Vértice C es redundante

$$k = 2$$

Vértice C es eliminado



Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

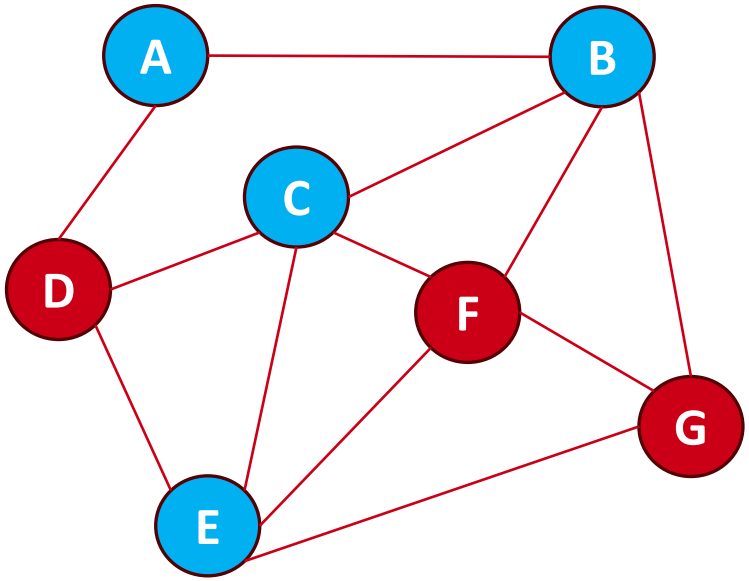
Se proponen dos movimientos:

- **Intercambio 1×1**:
  - No hay mejora de la función objetivo
  - Se **combina con** el **post-proceso**
  - Múltiples combinaciones

- **Intercambio 2×1**:
  - Mejora de la función objetivo
  - Menos combinaciones posibles

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

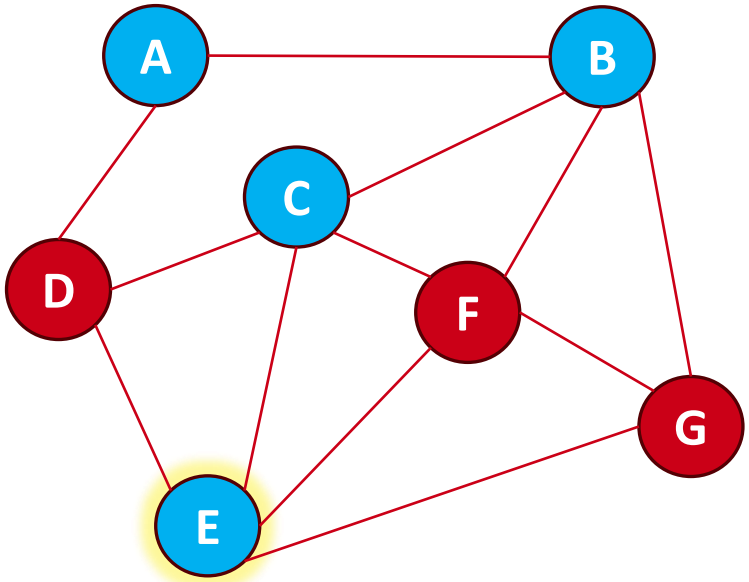
Intercambio 1×1



$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

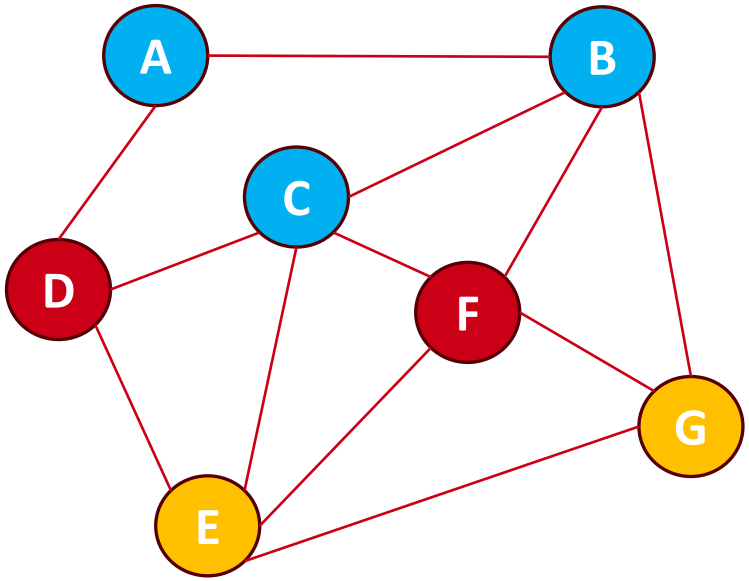
Intercambio 1×1



$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

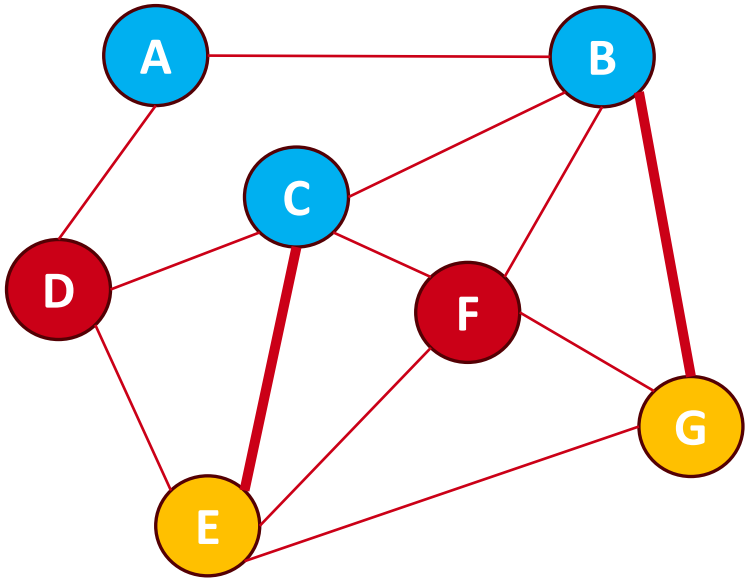
Intercambio 1×1



$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

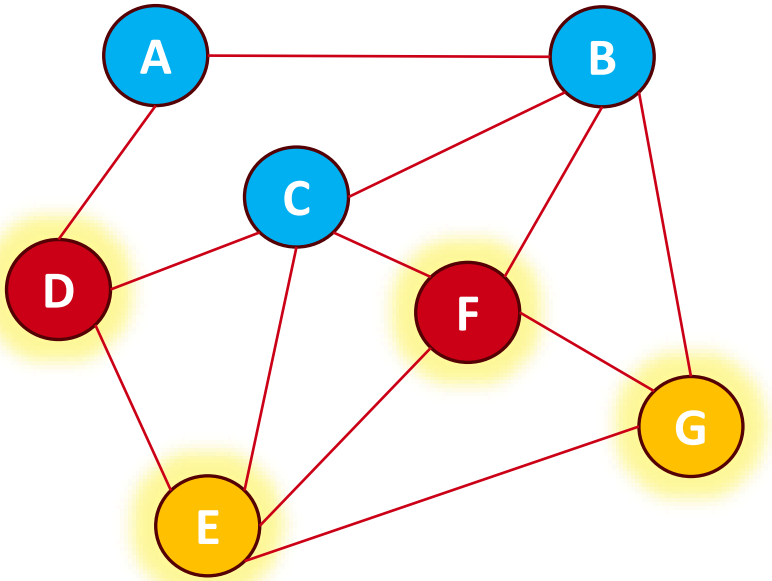
Intercambio 1×1



$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

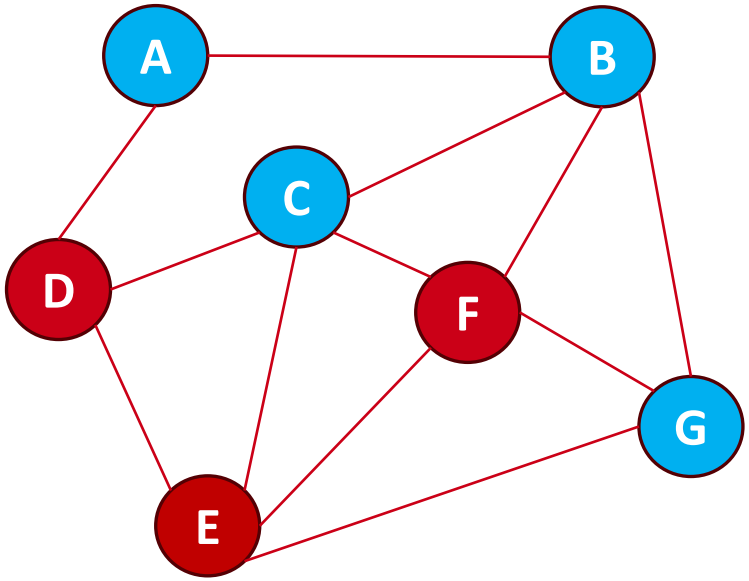
Intercambio 1×1



$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

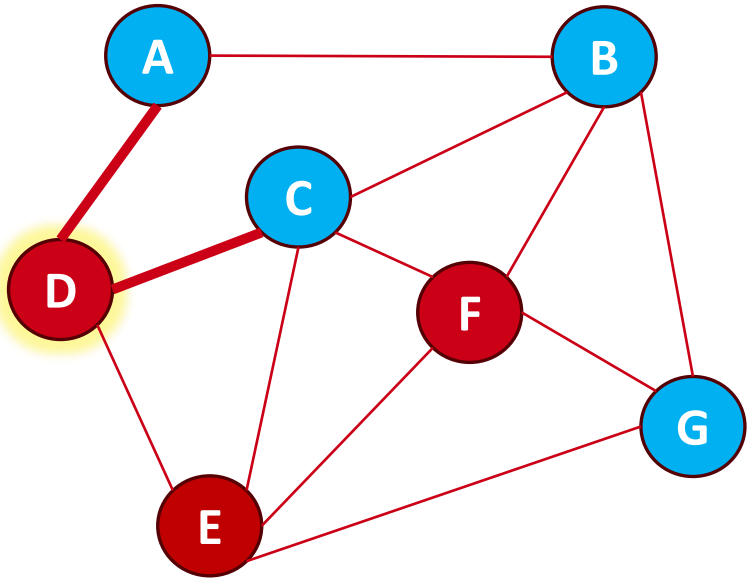
Intercambio 1×1



$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

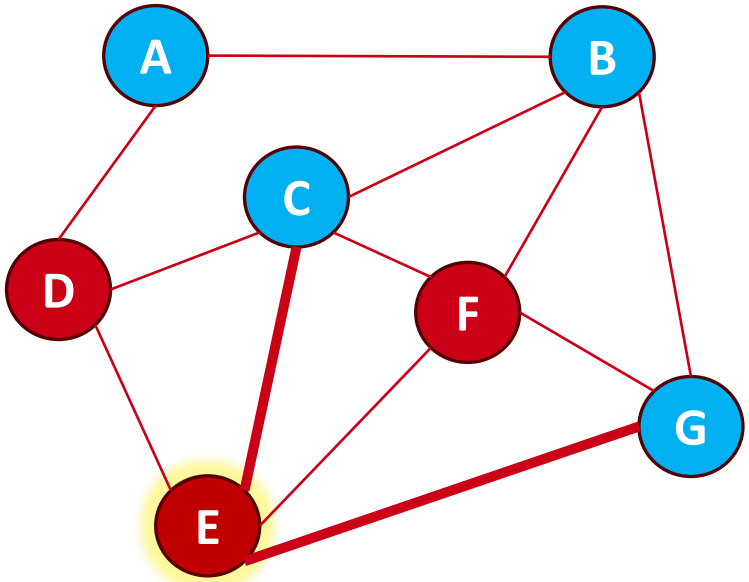
Intercambio 1×1



$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

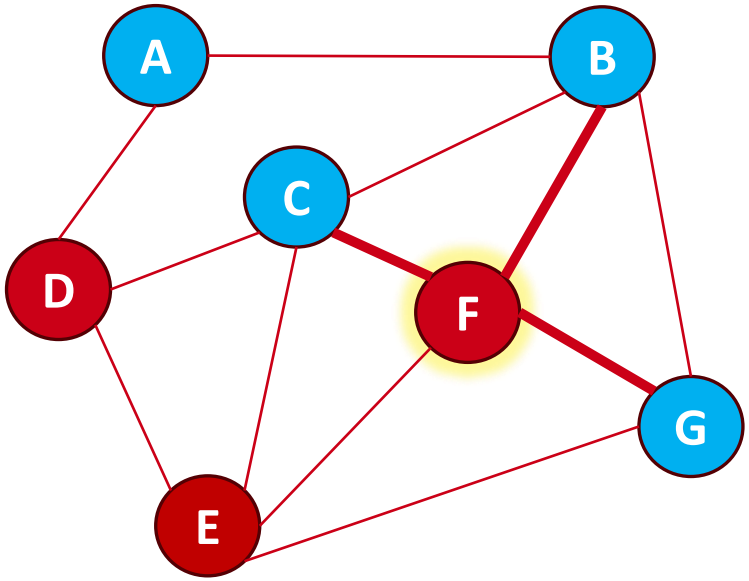
Intercambio 1×1



$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

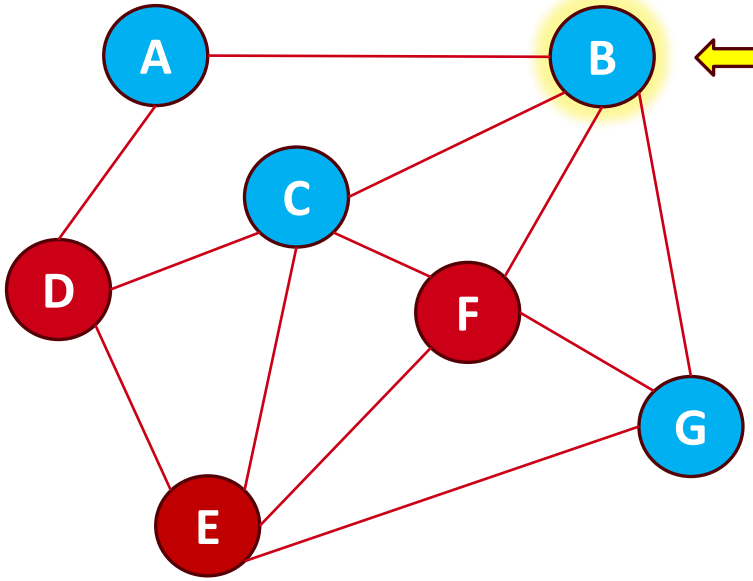
Intercambio 1×1



$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

Intercambio 1×1

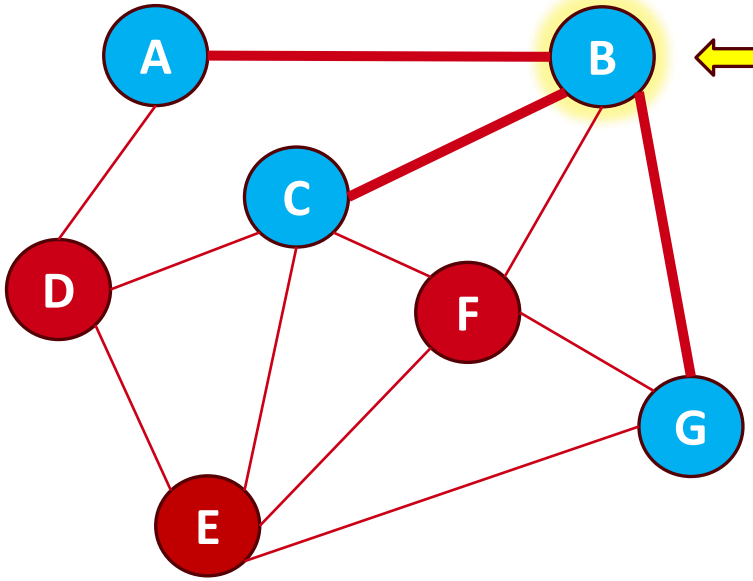


Vértice redundante

$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

Intercambio 1×1

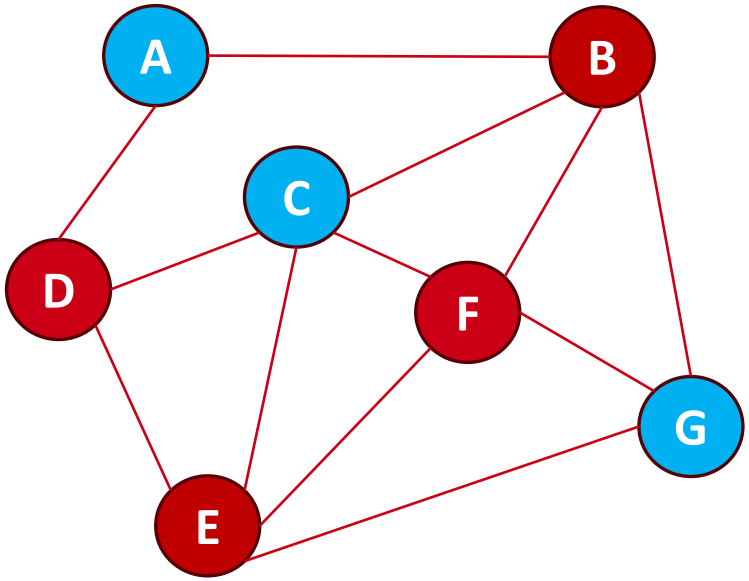


Vértice redundante

$$k = 2$$

Propuesta Algorítmica – Fase de Mejora

Intercambio 1×1



$$k = 2$$

Resultados

El conjunto de instancias **GeneralGraphs** se compone de **54 grafos**:

- $50 \leq |V| \leq 1000$
- $50 \leq |E| \leq 20000$

Cada grafo se estudia con **3 valores diferentes de k** calculados como se definió en la literatura:

- $k_{min} = 2$
- $k_{med} = \frac{k_{min} + k_{max}}{2}$
- $k_{max} = \frac{maxDegree}{2}$

Resultados – Experimentación

	VNS				RLS_RCC			
k	Min	T (s)	Desv. (%)	#Mejor	Min	T (s)	Desv. (%)	#Mejor
k_{min}	88.06	83.16	0.75	42	**87.35**	**34.66**	**0.00**	**53**
k_{med}	164.26	**76.45**	0.23	44	**163.69**	81.32	**0.11**	**49**
k_{max}	234.04	**15.89**	**0.02**	49	**234.00**	58.66	**0.02**	**51**
Resumen	162.12	58.43	0.34	135	**161.68**	**58.21**	**0.05**	**153**

*Se utilizó un subconjunto preliminar de instancias con irace para determinar la mejor configuración

Conclusiones y trabajo futuro

- La propuesta:
  - Obtiene **resultados prometedores**
  - **Escala mejor** según el **parámetro k aumenta**
- Trabajo futuro:
  - **Nuevos componentes que potencien la diversidad**
  - **Nuevos vecindarios** para **aumentar el espacio de búsqueda**
  - Trabajar con **todos los conjuntos de instancias**

Conclusiones y trabajo futuro

- La propuesta:
  - Obtiene **resultados prometedores**
  - **Escala mejor** según el **parámetro k aumenta**
- Trabajo futuro:
  - **Nuevos componentes que potencien la diversidad**

    Constructivo basado en criterio de esparcimiento
  - **Nuevos vecindarios** para **aumentar el espacio de búsqueda**

    Búsqueda local – destrucción/reconstrucción
  - Trabajar con **todos los conjuntos de instancias**

    Conjunto de instancias Unit Disk Graphs

Conclusiones y trabajo futuro

Conjunto de instancias **GeneralGraphs:**

	VNS				RLS_RCC			
k	Min	T (s)	Desv. (%)	#Mejor	Min	T (s)	Desv. (%)	#Mejor
k_{min}	87.46	46.03	0.14	49	**87.35**	**34.66**	**0.00**	**53**
k_{med}	**163.43**	**70.32**	**0.00**	**53**	163.69	81.32	0.25	39
k_{max}	234.37	**52.03**	0.07	47	**234.00**	58.66	**0.01**	**53**
Resumen	161.75	**56.13**	**0.07**	**149**	**161.68**	58.21	0.09	145

*Resultados con 10 ejecuciones independientes por instancia con un tiempo límite de 1000 segundos.

Conclusiones y trabajo futuro

Conjunto de instancias **Unit Disk Graphs:**

	VNS				RLS_RCC			
k	Min	T (s)	Desv. (%)	#Mejor	Min	T (s)	Desv. (%)	#Mejor
k_{min}	**27.04**	**12.76**	**0.02**	**11**	27.06	30.77	0.07	10
k_{med}	**192.21**	215.82	**0.00**	**12**	193.01	**111.00**	0.28	4
k_{max}	319.78	167.52	0.18	7	**318.73**	**103.41**	**0.00**	**11**
Resumen	179.68	132.03	**0.07**	**30**	**179.60**	**81.73**	0.12	25

*Resultados con 10 ejecuciones independientes por instancia con un tiempo límite de 1000 segundos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible a:

- **Ministerio de Ciencia e Innovación** con ref. PID2024-160226OB-C22 y PID2024-156045NB-I00 financiado por MCIN /AEI /10.13039/501100011033 y por ERDF A way of making Europe.
- **CIRMA**: El trabajo ha sido apoyado por la Comunidad Autónoma de Madrid, CIRMA-CM Project (TEC-2024/COM-404).
- **Cátedra ENIA**: Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública (Ref. TSI-100930-2023-3).





UNIVERSIDAD DE GRANADA

grafo RESEARCH

Búsqueda de vecindad variable para el problema del conjunto k-dominante mínimo

XVII Congreso Español de Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados

11-13 de Noviembre de 2026

Raúl Fauste-Jiménez (raul.fauste@urjc.es)

Isaac Lozano-Osorio (isaac.lozano@urjc.es)

Jesús Sánchez-Oro (jesus.sanchezoro@urjc.es)

Óscar Cordón (ocordon@decsai.ugr.es)

Universidad Rey Juan Carlos