



Workshop de Redes Ópticas
FP-UNA – Agosto 2017

Asignación de recursos a redes virtuales ópticas

Autor:

M.Sc. Ing. Enrique Dávalos

Agenda

1. Introducción – Redes Ópticas Elásticas
2. El Problema VONE
3. Simulación de tráfico para el problema VONE
4. Nuestra propuesta: VNE-NP
5. Conclusión

Virtualización de Redes de Datos

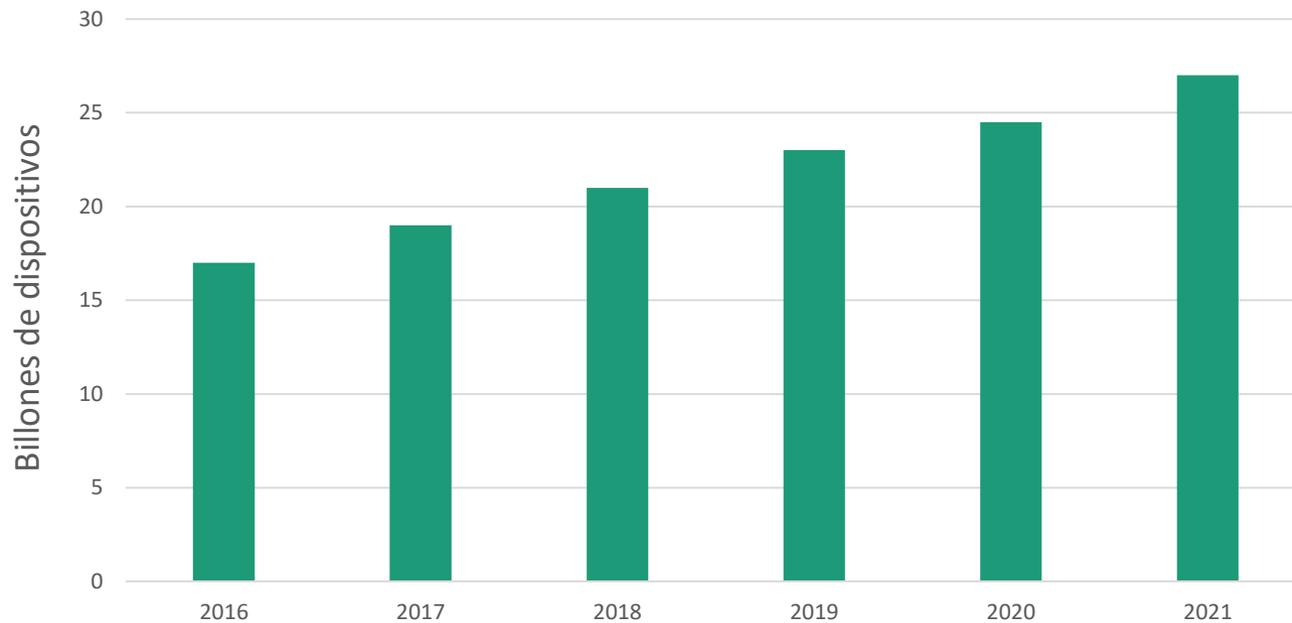
- Tecnología clave para la evolución de la Internet del Futuro
- Herramienta importante para mitigar el fenómeno de *“Internet Ossification”* – a través de redes de pruebas para el desarrollo de nuevos protocolos y servicios





Crecimiento del tráfico de Internet

Conexión de dispositivos a Internet

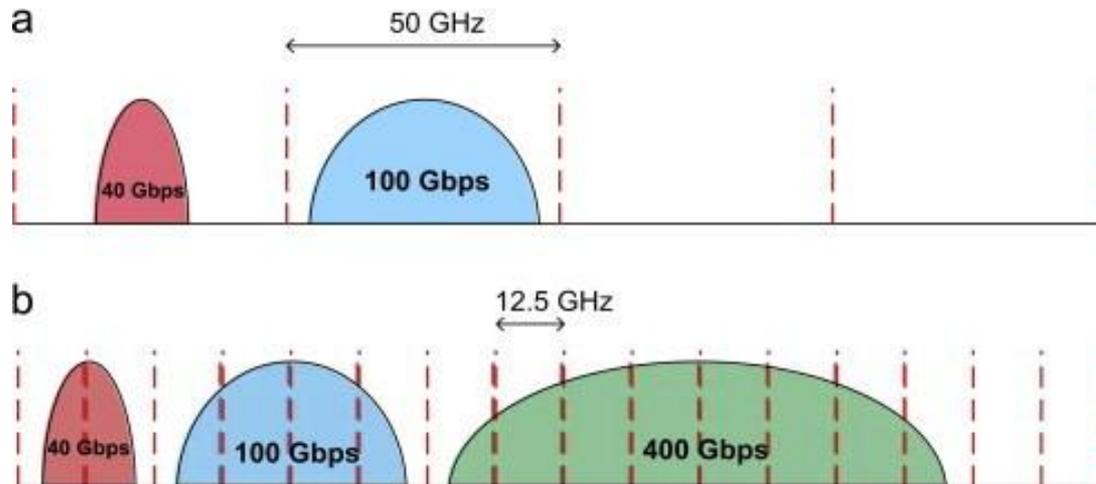


Fuente: Predicción de Tráfico IP Global de Cisco 2016–2021



Redes WDM vs. EON

Las redes ópticas elásticas (EON¹) ofrecen un mejor aprovechamiento del espectro en comparación a las redes WDM².



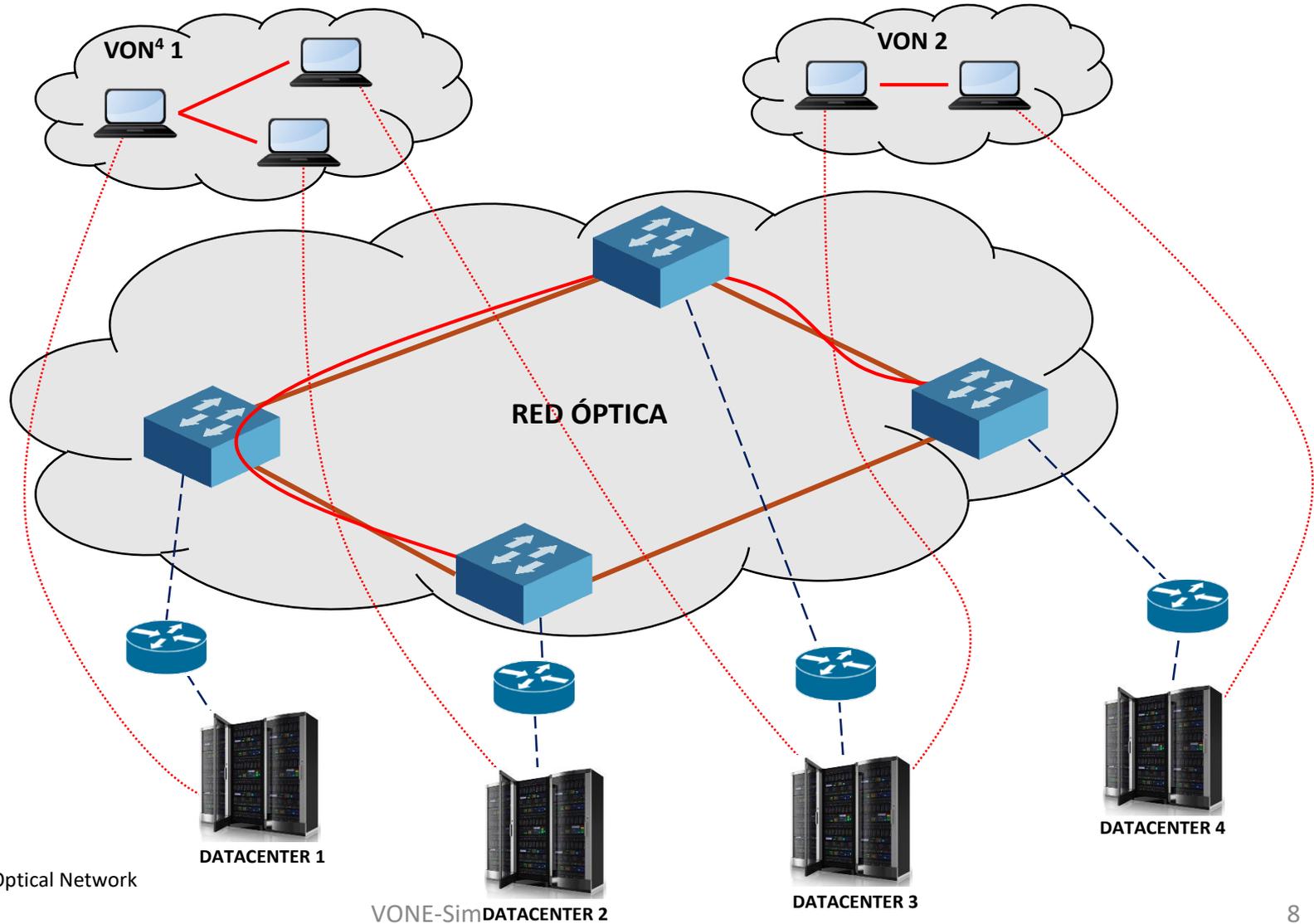
- 1. Elastic Optical Network
- 2. Wavelength Division Multiplexing

Agenda

1. Introducción – Redes Ópticas Elásticas
2. El Problema VONE
3. Simulación de tráfico para el problema VONE
4. Nuestra propuesta: VNE-NP
5. Conclusión



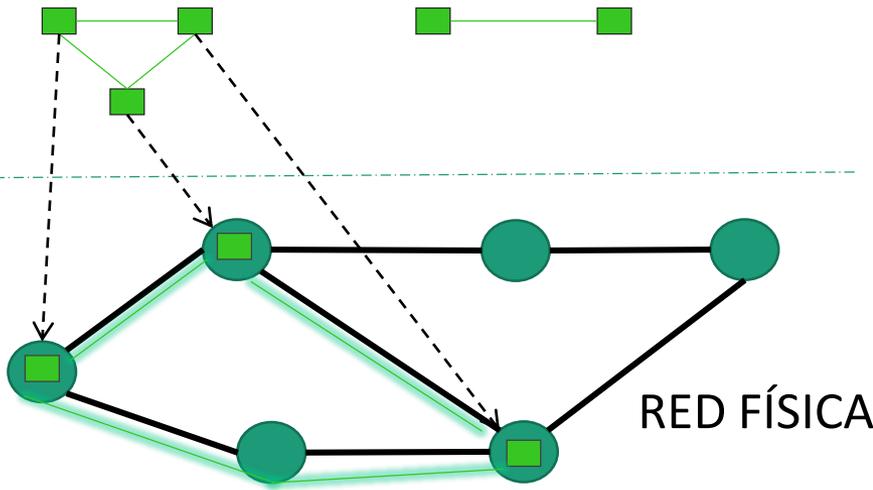
Problema VONE



Modelado del Problema VONE

VON 1

VON 2



Red Óptica Virtual (VON)

$$G^V = (N^V, L^V)$$

$\forall n^V \in N^V$ requiere D^n

$\forall l^V \in L^V$ requiere D^l

Red física

$$G^P = (N^P, L^P)$$

$\forall n^P \in N^P$ caracterizado por R^n

$\forall l^P \in L^P$ caracterizado por R^l

Funciones de Mapping

$$VNM = f(n^v \rightarrow n^P)$$

$$VLM = l^v \rightarrow p^P \quad p^P \in P^P$$

$$\forall n^v \in N^v: d_i(n^v) \leq (r_i(n^P))$$

$$\forall l^v \in L^v, \forall l^P \in p^P: d_i(l^v) \leq (r_i(l^P))$$

Agenda

1. Introducción – Redes Ópticas Elásticas
2. El Problema VONE
3. Simulación de tráfico para el problema VONE
4. Nuestra propuesta: VNE-NP
5. Conclusión



Algoritmo VONE de Prueba

- Asignación de nodos virtuales en nodos físicos con mayor capacidad disponible.
- Asignación de enlaces utilizando *K-Shortest Path* y *First-Fit*.



Algoritmo VONE de Prueba (2)

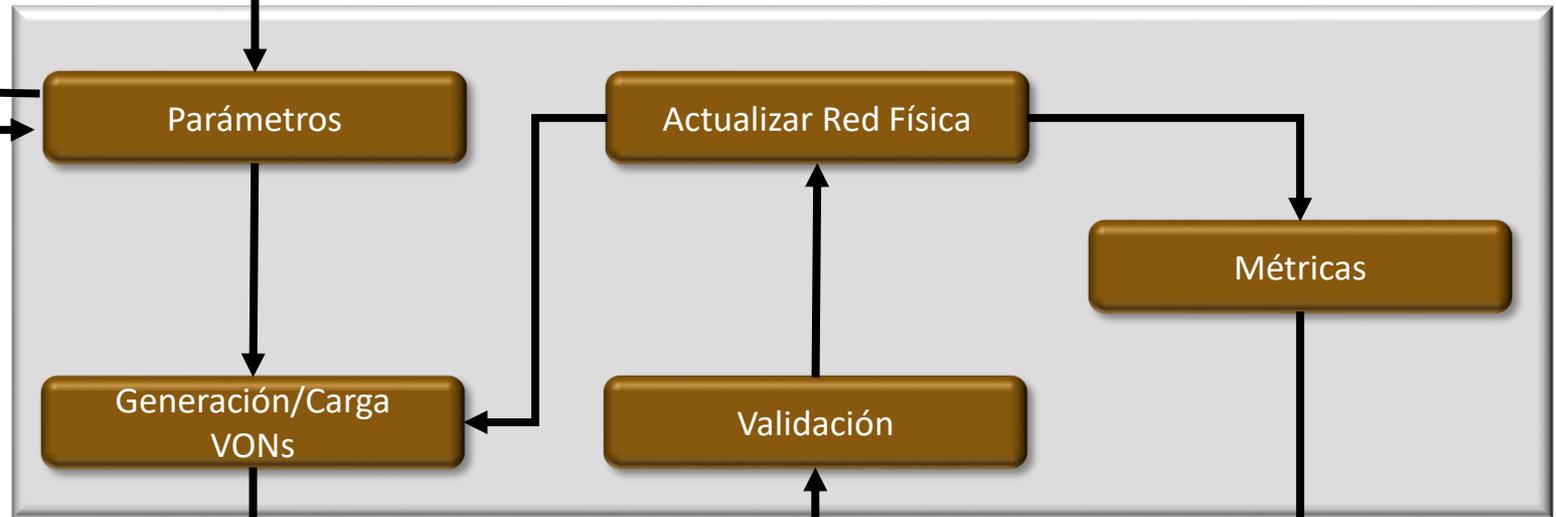
Entrada

- Red Física $SN(N_f, E_f)$
- Requerimiento virtual de red óptica $VON(N_v, E_v)$

Salida

- Información de asignación de VON sobre SN .

Un simulador simplificado de tráfico para el problema VONE



Motivación de la Investigación

- Redes EON relativamente nuevas, y el desarrollo de la misma se encuentra aún en proceso.
- No existe un simulador para el problema VONE sobre redes EON transparente.
- Colaboración con los investigadores para abstraerse de todo el trabajo subyacente y enfocarse en la solución del problema.

Agenda

1. Introducción – Redes Ópticas Elásticas
2. El Problema VONE
3. Simulación de tráfico para el problema VONE
4. Nuestra propuesta: VNE-NP
5. Conclusión

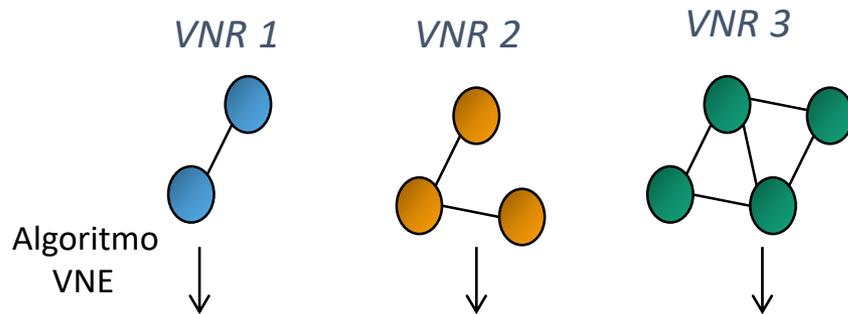


Métricas de desempeño en el problema VONE

- Tasa de Rechazo.
- Utilización Promedio de Enlace.
- Costo, Revenue y relación entre los mismos
- VONE-NP*

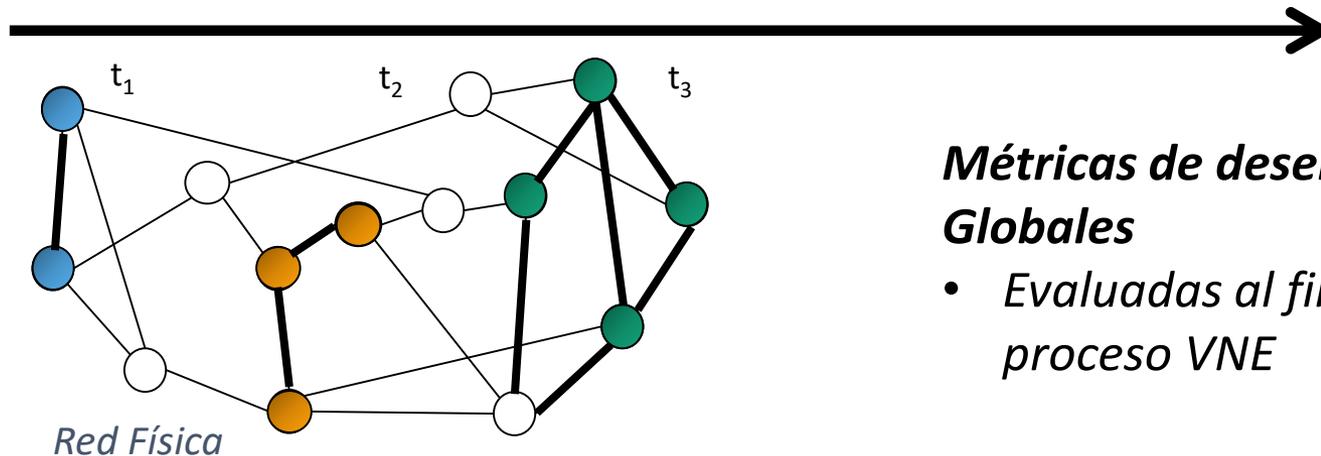
*Dávalos y Barán, 2017

Funciones-Objetivo de un VNR vs Métricas de Desempeño Globales del problema VNE



Funciones-objetivo en cada asignación de VNR

- Menor costo.
- Balance de Carga



Métricas de desempeño Globales

- Evaluadas al final del proceso VNE

Funciones–Objetivo de un VNR vs Métricas de Desempeño Globales del problema VNE

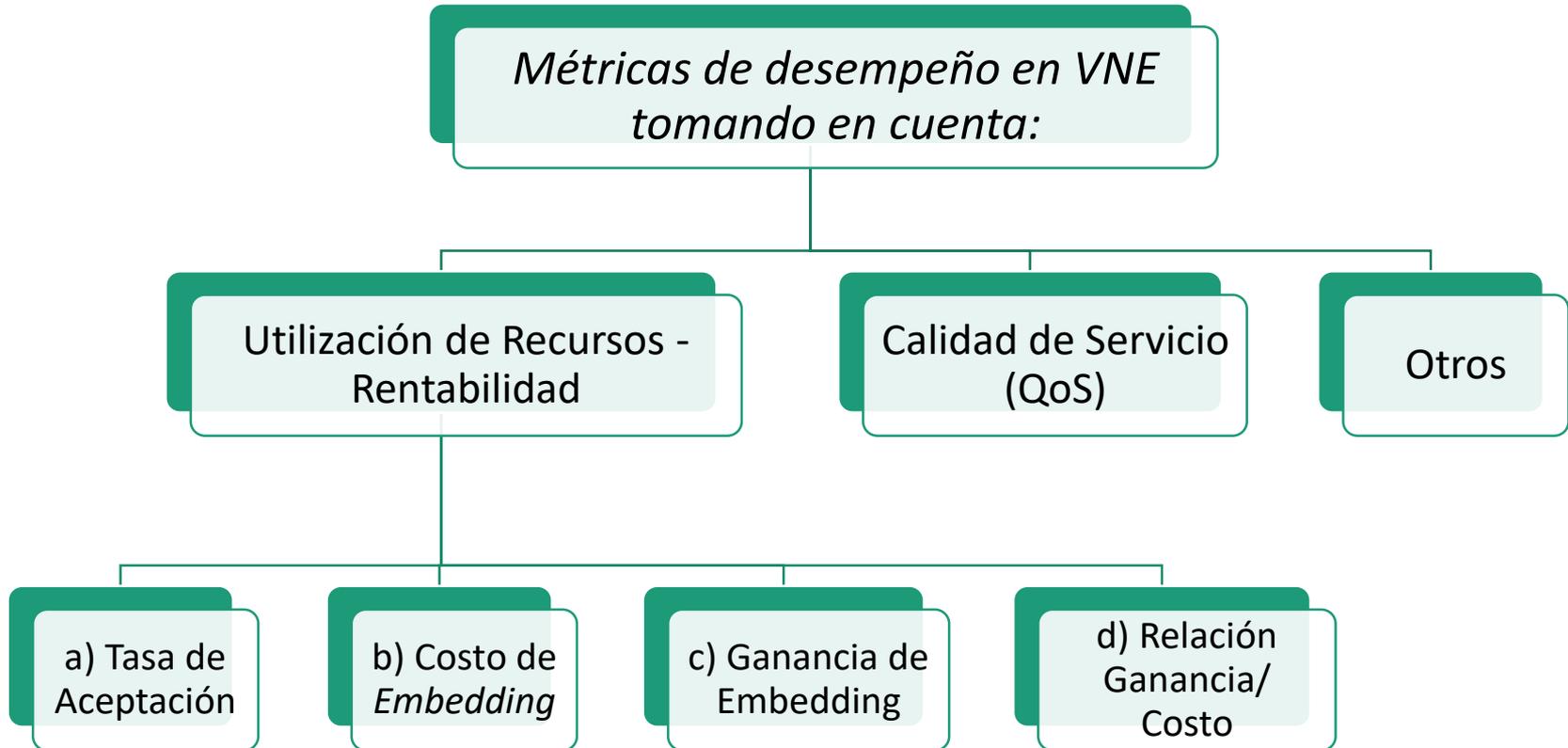
→ *Funciones - Objetivo en el mapping de un VNR individual*

- Se aplican al problema del *mapping* de cada VNR individual, a través del método de optimización aplicado (heurísticas, métodos exactos, metaheurísticas).

→ *Métricas de Desempeño Globales del Problema VNE*

- Se computan al final de todo el proceso, luego del *mapping* de múltiples VNRs
- Evalúan la eficiencia real de todo el proceso VNE.

Clasificación de Métricas de desempeño VNE



Métricas de Desempeño VNE considerando utilización de recursos y rentabilidad

a) *Tasa de Aceptación*

$$Accepted Ratio = \frac{\sum VNR_{Acc}}{\sum VNR_{Tot}}$$

- No considera las diferencias entre VNRs

b) *Costo de Embedding*

$$Cost_i^{VNR} = (\gamma \sum_{NP} c_{n,i}^P + \delta \sum_{LP} B_{l,i}^P) \cdot HT_i$$

$$Embedding Cost = \sum_{Acc} Cost_i^{VNR}$$

- No considera el número de VNRs bloqueados
- No es normalizado

Métricas de Desempeño VNE considerando utilización de recursos y rentabilidad

c) *Ganancia de Embedding*

$$Revenue_i^{VNR} = (\alpha \sum_{NV} c_{n,i}^V + \beta \sum_{LV} B_{l,i}^V) \cdot HT_i$$

$$Embedding Revenue = \sum_{Acc} Revenue_i^{VNR}$$

- No considera las diferencias entre VNRs
- No es normalizado

d) *Relación Ganancia/ Costo*

$$Rev/CostRelation = \frac{Embedding Revenue}{Embedding Cost}$$

Nueva métrica de desempeño

VNE Normalized profit (VNE-NP)

- ✓ *Ganancia Potencial*: Total de ganancia incluyendo VNRs bloqueadas.

$$\text{Potential Revenue} = \sum_{Tot} \text{Revenue}_i^{VNR}$$

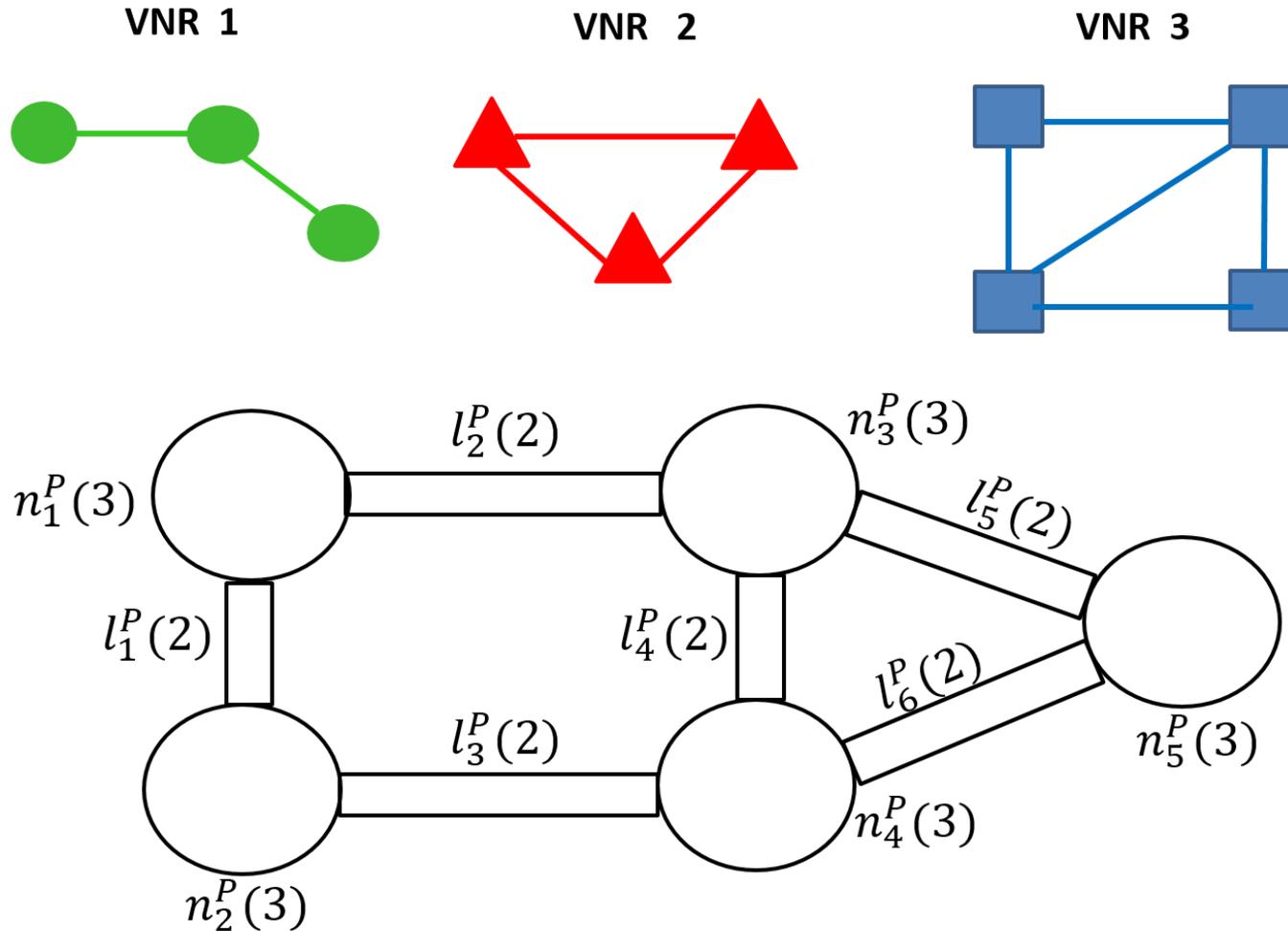
✓
$$VNE - NP = \frac{\text{Embed.Revenue} - \text{Embed.Cost}}{\text{Potential Revenue}}$$

- Es afectado por el número de VNRs bloqueados
- Aumenta al existir mayor eficiencia en el embedding
- Es normalizado

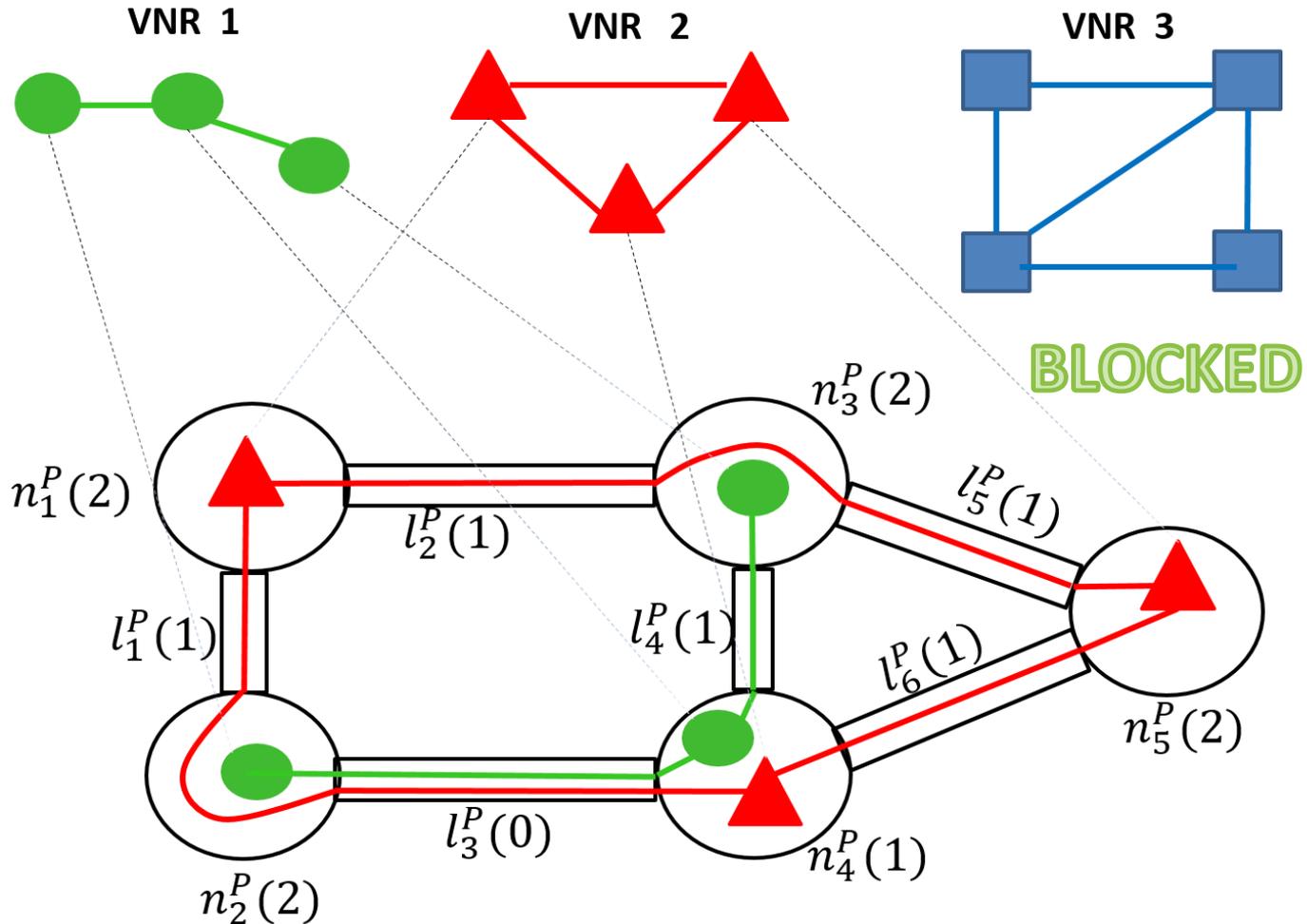
Tabla comparativa *VNE Net profit (VNE-NP)*

Métrica de desempeño	Max /Min	Norma-lizado	Afectado por aumento de VNRs bloqueadas	Afectado por Eficiencia en recursos físicos	Afectado por mejora en ganancias
Tasa de Aceptación	Max	SI	SI	NO	NO
Costo de Embedding	Min	NO	NO	SI	NO
Ganancia de Embedding	Max	NO	SI	NO	SI
Relación Costo/ Ganancia	Max	NO	NO	SI	SI
VNE-NP	Max	SI	SI	SI	SI

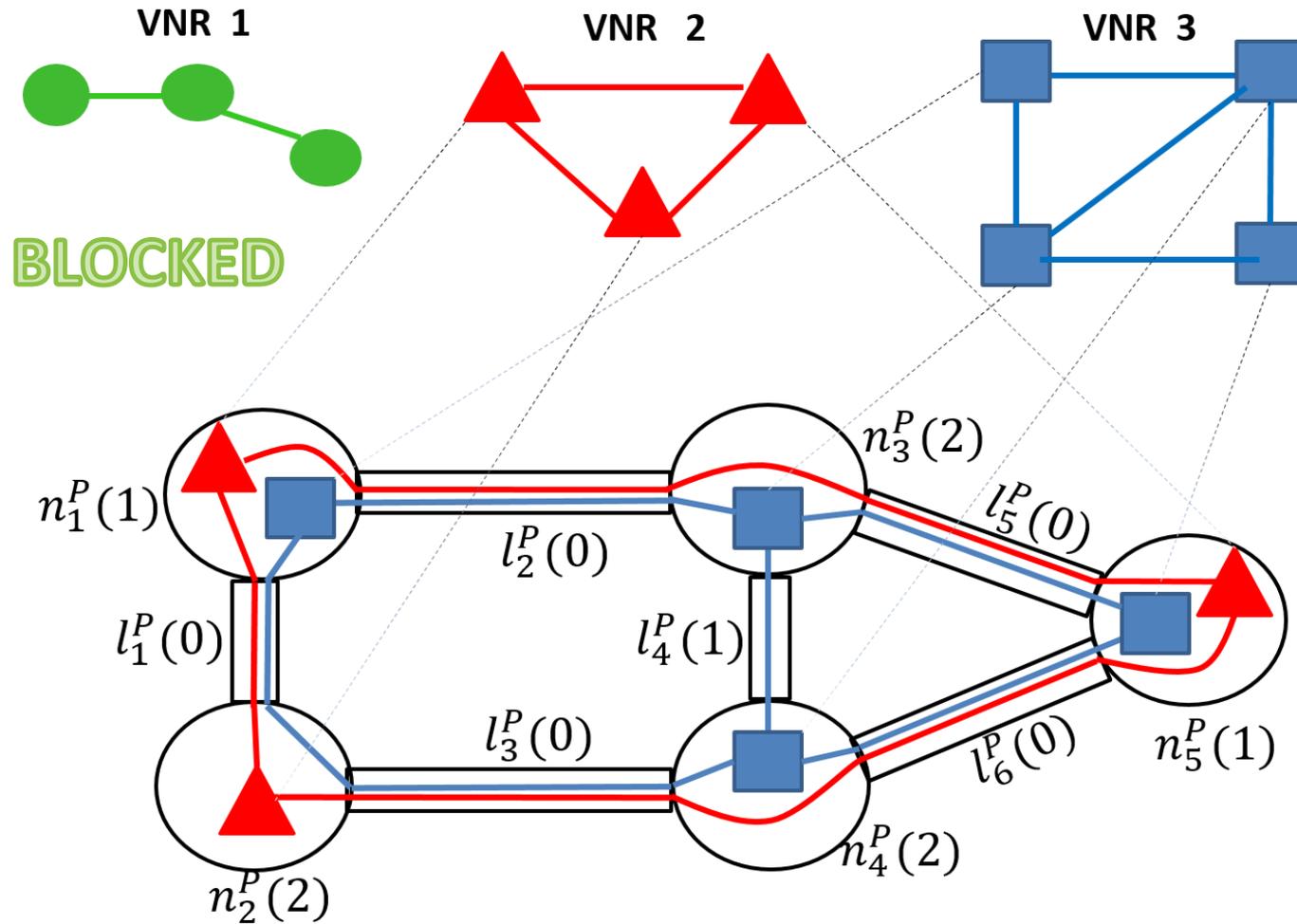
Un ejemplo de aplicación



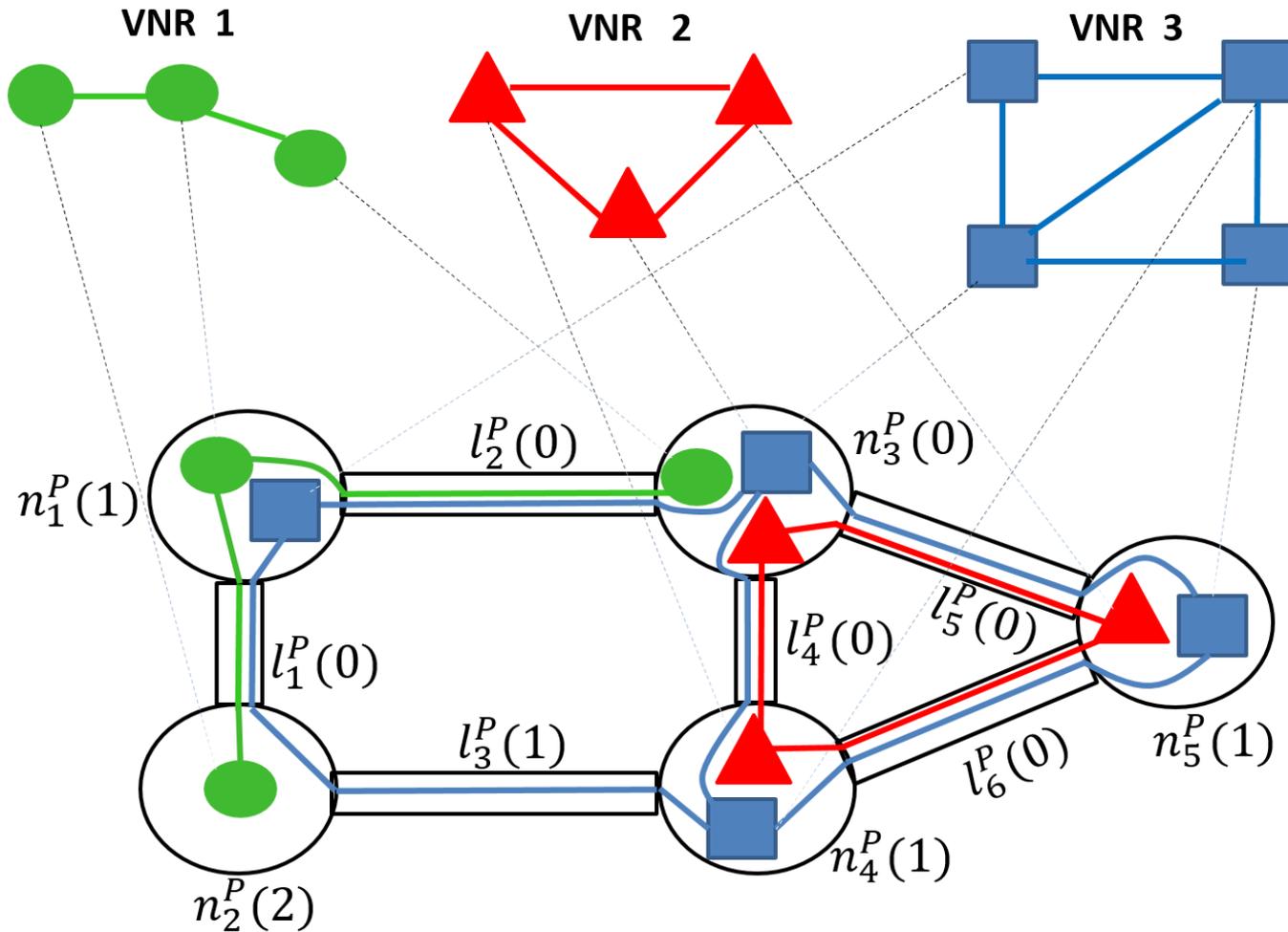
Asignación realizada por el ALGORITMO A



Asignación realizada por el ALGORITMO B



Asignación realizada por el ALGORITMO C



Valores de las métricas para los tres algoritmos VNE

Métrica de Desempeño	Algoritmo A	Algoritmo B	Algoritmo C
Tasa de Aceptación	0,67	0,67	1,00
Costo de Embedding	13,00	18,00	21,00
Ganancia de Embedding	22,00	30,00	40,00
Relación Ganancia/Costo	1,70	1,67	1,90
VNE-NP	0,23	0,30	0,48

- *Sólo el Costo de Embedding no encontró al Algoritmo C como el mejor*
- *La Tasa de Aceptación encuentra iguales al Algoritmo A y al Algoritmo B*
- *La Relación Ganancia/Costo encuentra mejor al Algoritmo A comparando con el Algoritmo B.*
- *VNE-NP y la Ganancia de Embedding con resultados esperados*

Agenda

1. Introducción – Redes Ópticas Elásticas
2. El Problema VONE
3. Simulación de tráfico para el problema VONE
4. Nuestra propuesta: VNE-NP
5. Conclusión

Conclusiones - trabajos futuros

- ✓ *Propuesta de una nueva métrica de desempeño global para el problema VNE (Virtual Network Embedding):*
Virtual Network Embedding Normalized Profit (VNE-NP)
- ✓ *A diferencia de otras métricas, VNE-NP es afectada por todos los aspectos de utilización de recursos físicos y rentabilidad del proceso VNE: (i) número de demandas bloqueadas; (ii) costo del embedding; y (iii) ganancia en el embedding.*
- ✓ *Los autores proponen establecer relaciones de costos reales entre recursos de IT (recursos de nodos) y de Networking (recursos de enlaces) para el cómputo más realista de la métrica.*

Muchas Gracias