Análisis Comparativo de la implementación de Voz sobre IP en Wireless Mesh Networks y Wireless LAN tradicionales tomando en consideración parámetros de QoS y problemas de movilidad ocasionados por Handoffs

Juan Carlos Basurto Dávila

Introducción

- Motivación
  - Voz sobre WLAN
  - Problemas de Movilidad > Soluciones

- Objetivos
  - Investigación.
  - Crear punto de partida.

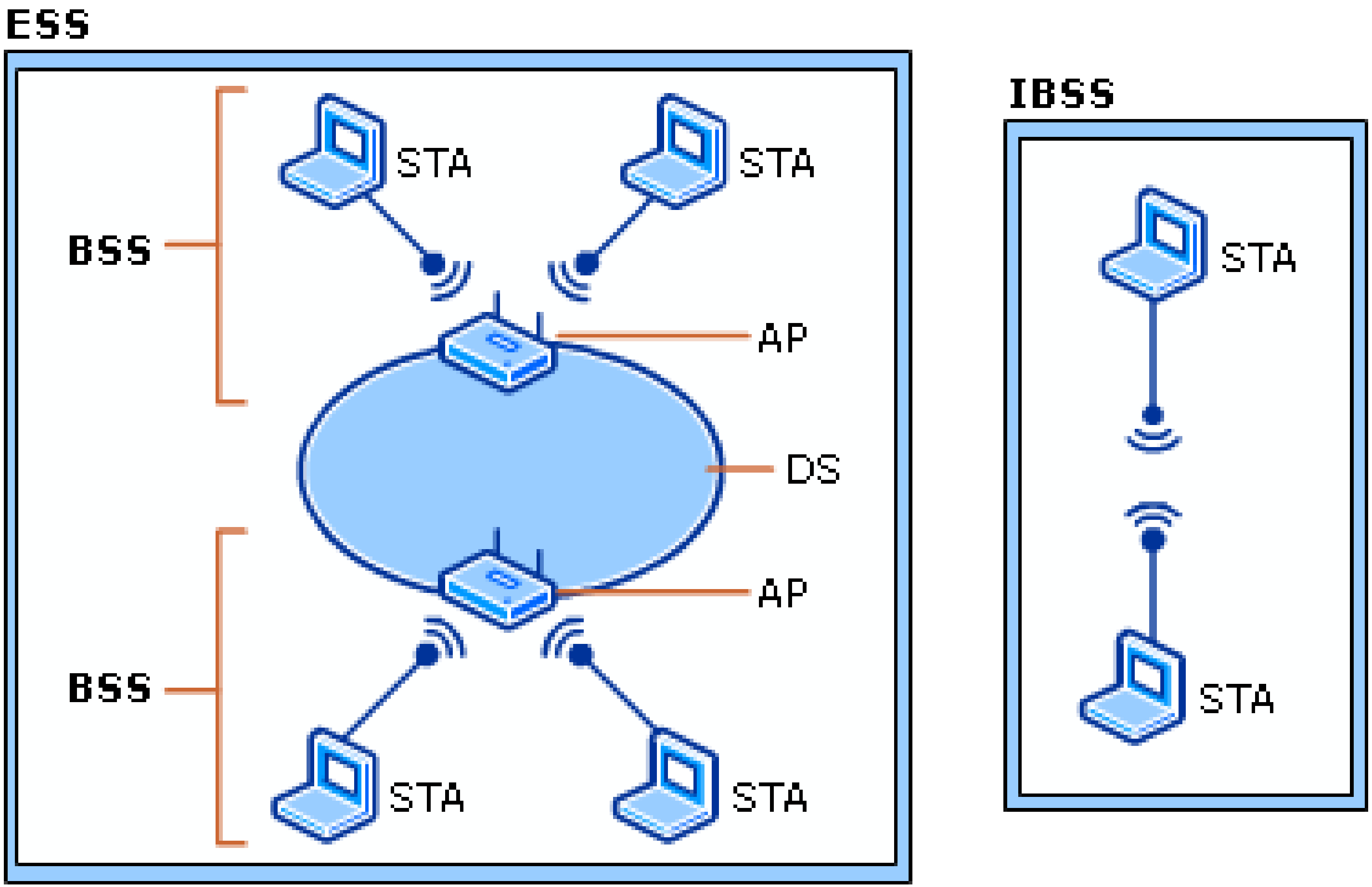
Contenido

- **Redes IEEE 802.11 / 802.11s**
  - **Arquitectura**
  - **Movilidad**
- Voz sobre WLAN y QoS
  - Desafíos
- Soluciones Consideradas
  - SMesh
  - Meraki
  - Otras soluciones
- Hipótesis planteada
- Diseño del Testbed
- Resultados
- Conclusiones y Recomendaciones

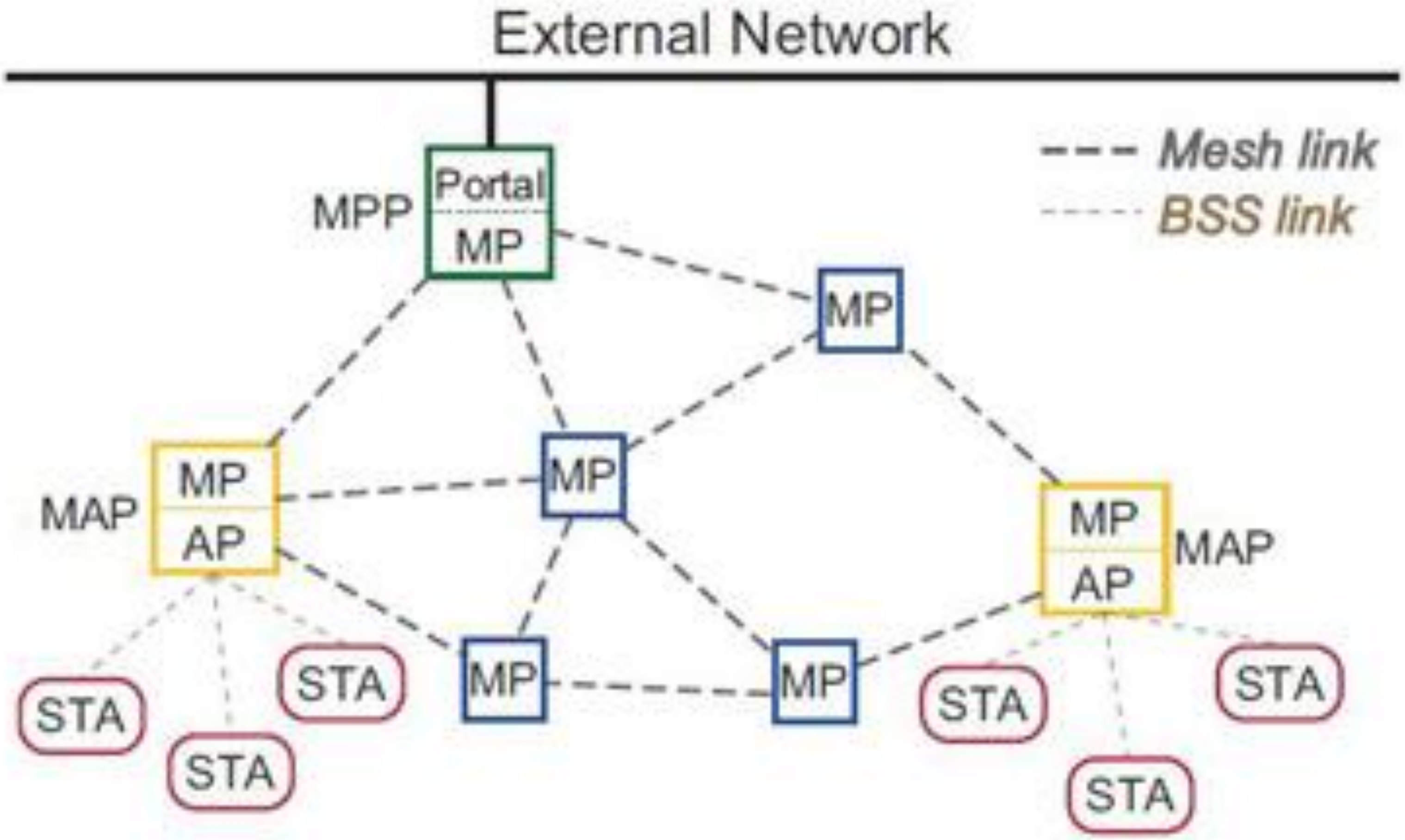
Redes IEEE 802.11 / 802.11s

- IEEE 802.11: Conjunto de estándares que especifican las normas de funcionamiento en la comunicación de dispositivos inalámbricos.
- IEEE 802.11s: Define la interoperabilidad entre dispositivos Ad Hoc y Wireless Mesh.
- IEEE 802.11r: Recomendaciones para la transición rápida entre puntos de acceso.

WLAN 802.11 - Arquitectura



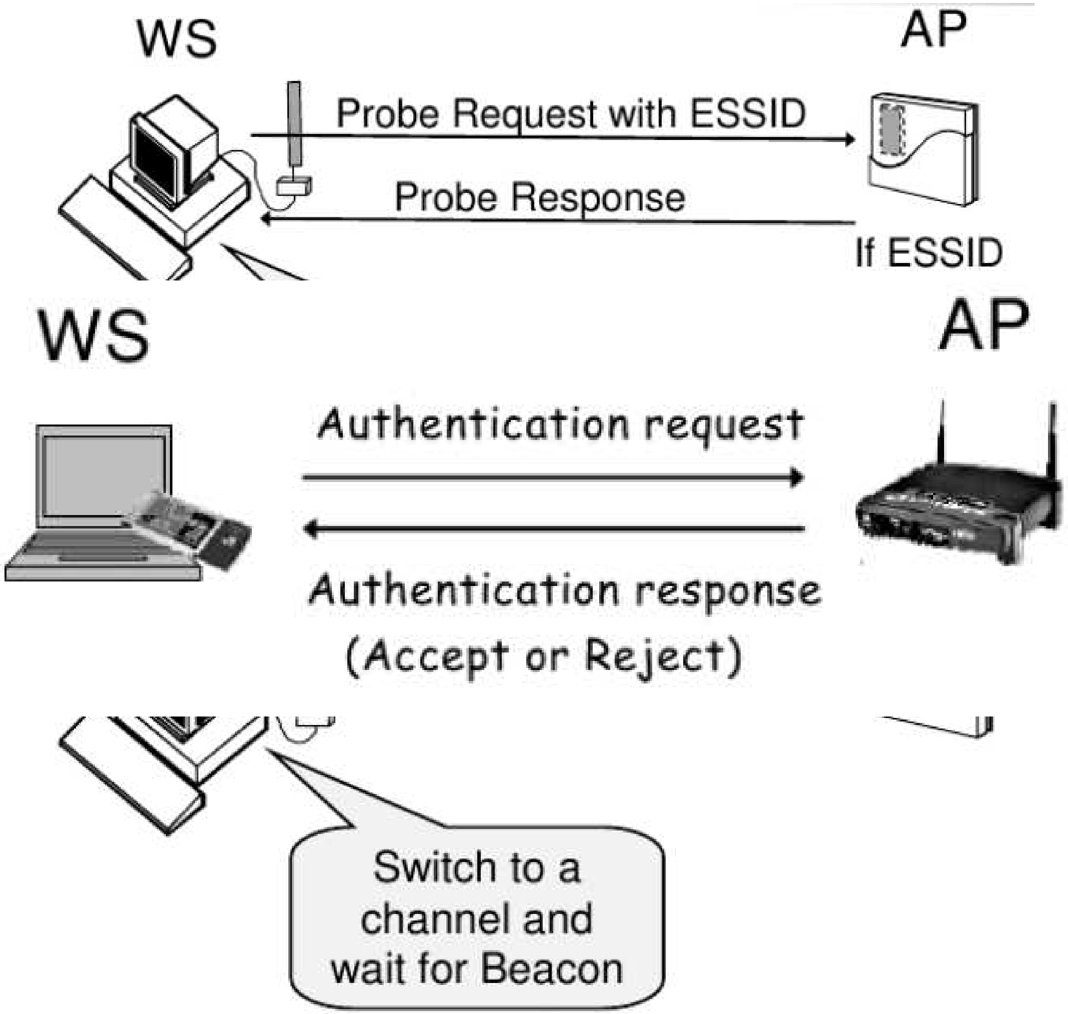
Wireless Mesh - Arquitectura



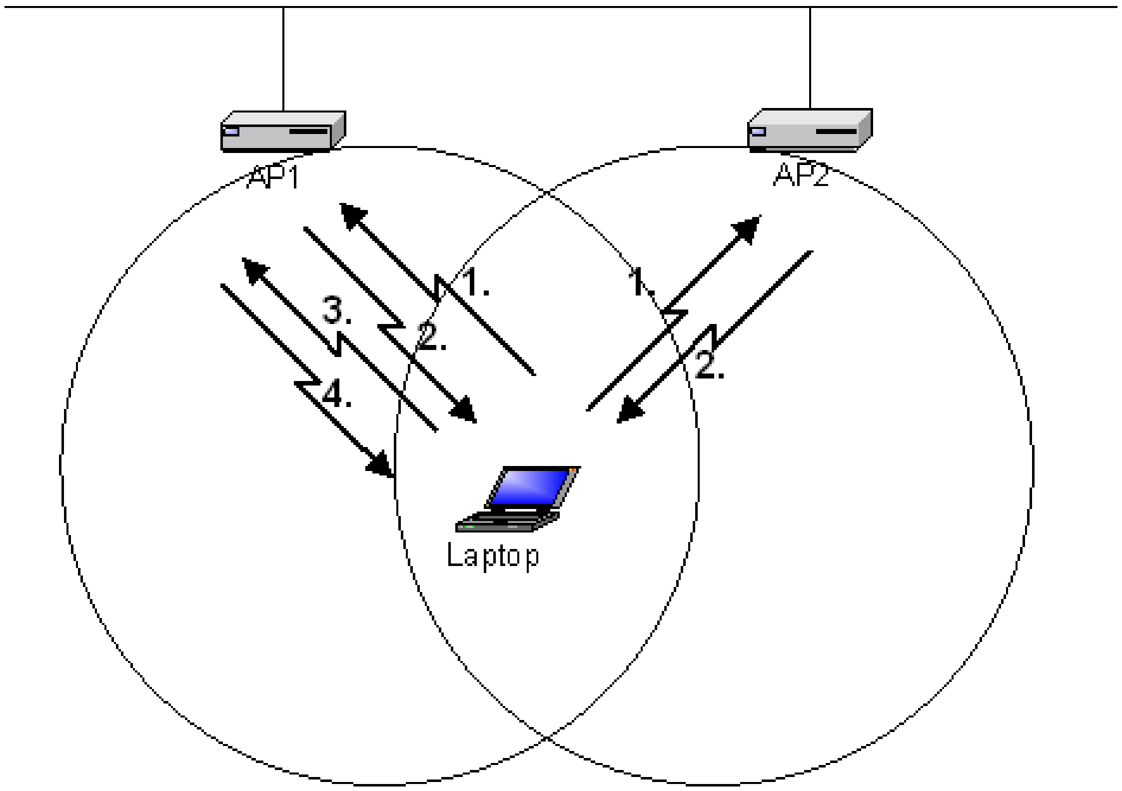
Conectividad en Redes Inalámbricas

- Probing
  - Activo
  - Pasivo
- Autenticación
- Asociación

- 802.11i
  - 802.1X
  - PTK / 4-ways-handshake



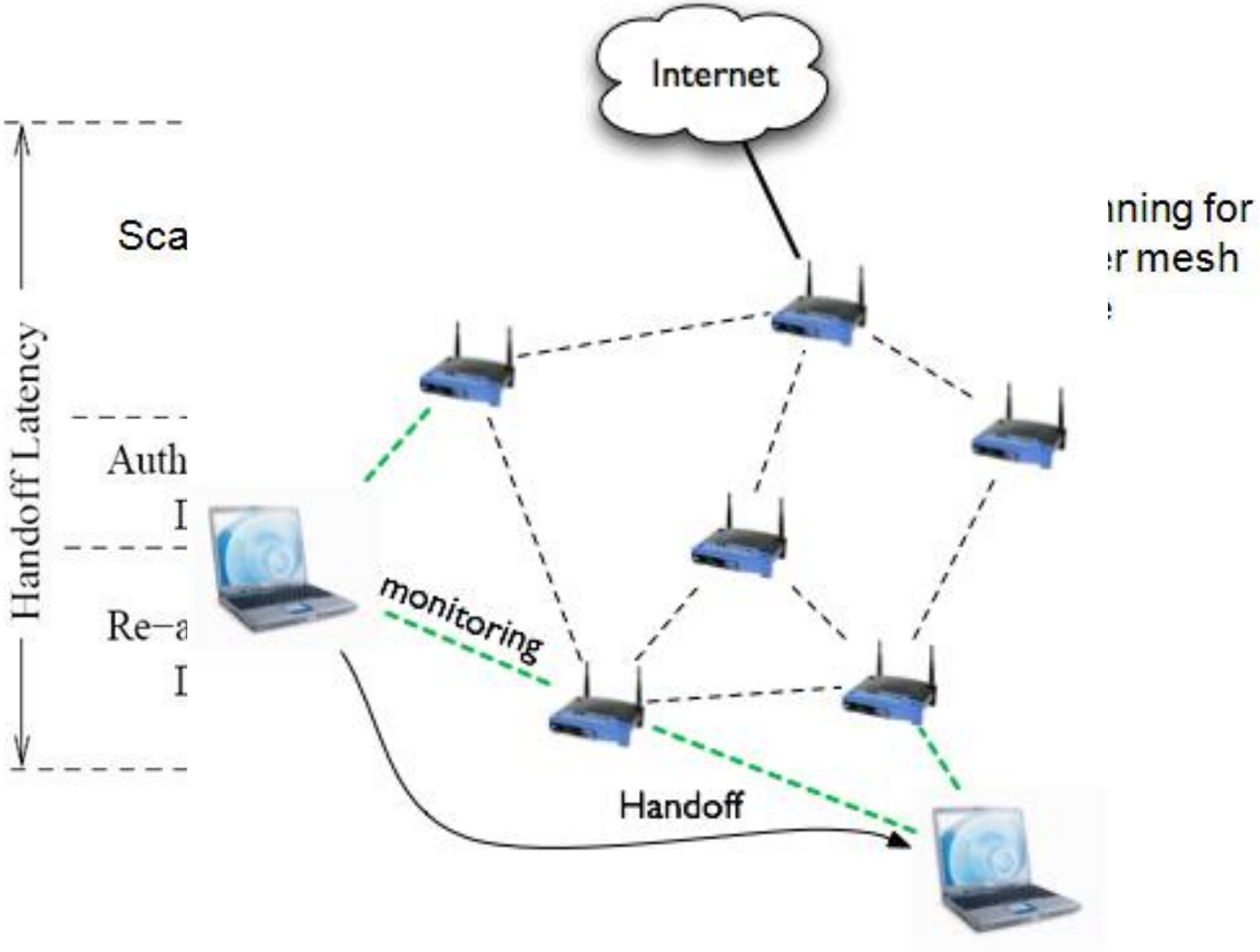
Redes WLAN - Movilidad



Steps to Associate (Active Scanning)

1. Mobile Node sends a Probe Request.
2. Access Point sends Probe Reply.
3. Mobile Node sends an Association Request.
4. Access Point sends Association Response.

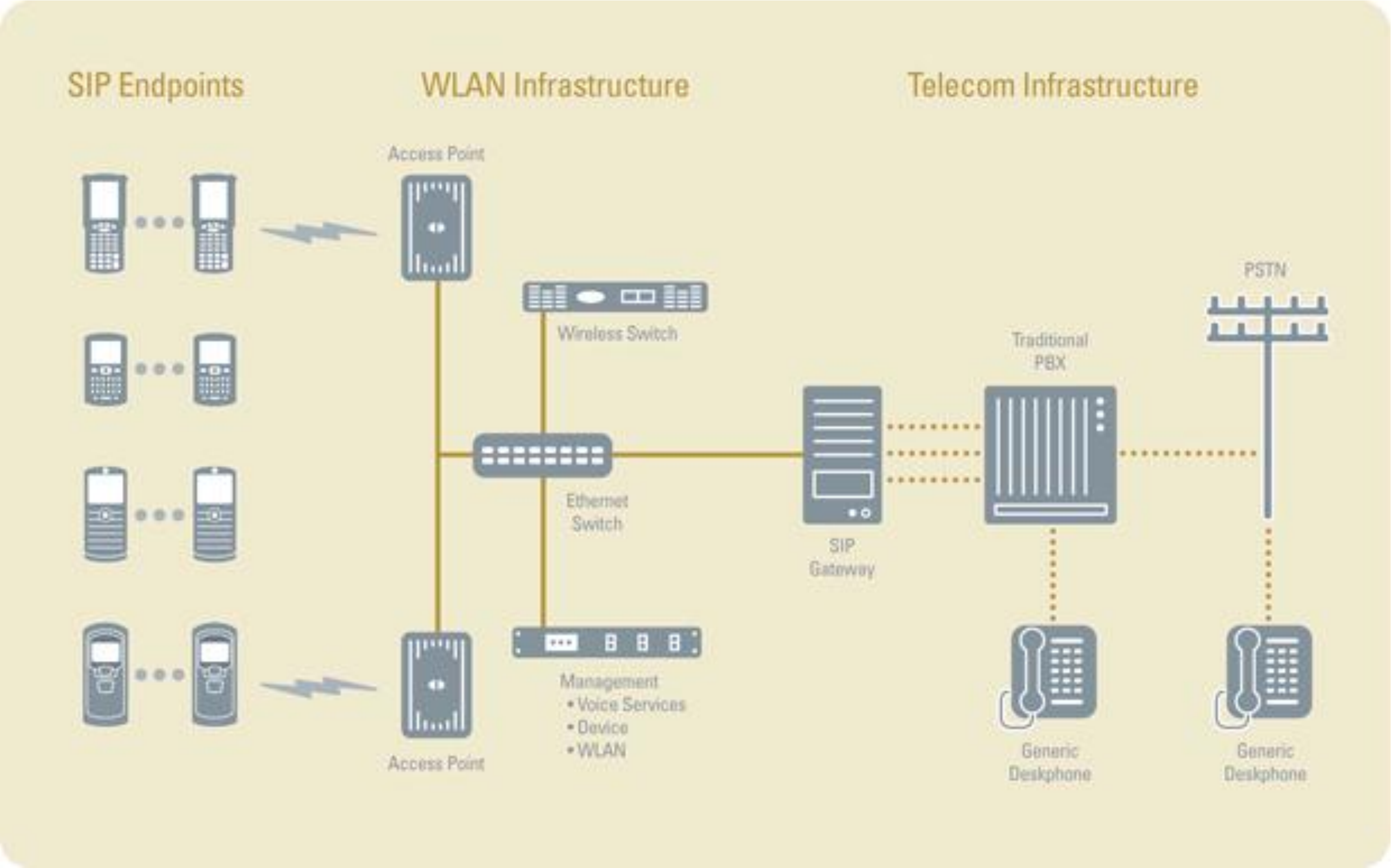
Wireless Mesh - Movilidad



Contenido

- Redes IEEE 802.11 / 802.11s
  - Arquitectura
  - Movilidad
- **Voz sobre WLAN y QoS**
  - **Desafíos**
- Soluciones Consideradas
  - SMesh
  - Meraki
  - Otras soluciones
- Hipótesis planteada
- Diseño del Testbed
- Resultados
- Conclusiones y Recomendaciones

Voz sobre WLAN



QoS – Calidad de Servicio

- ¿Qué tan fluida es la comunicación?
  - ¿Cómo medir la fluidez?

- Parámetros:
  - Objetivos
    - Delay < 150 – 200 ms
    - Jitter < 100 ms (20 ms)
    - Bandwidth / Throughput @ 80/64 kbps (G.711)
    - Packet Loss < 1%
  - Subjetivos
    - MOS >= 4

Desafíos VoWLAN + QoS

- Mantener una comunicación de voz fluida y sin interrupciones.
  - Valores óptimos de QoS
  - Mecanismos que favorezcan la movilidad

- Determinar y mantener un margen de operabilidad óptima (capacidad)

- Escalabilidad

Contenido

- Redes IEEE 802.11 / 802.11s
  - Arquitectura
  - Movilidad
- Voz sobre WLAN y QoS
  - Desafíos
- **Soluciones Consideradas**
  - **SMesh**
  - **Meraki**
  - **Otras soluciones**
- Hipótesis planteada
- Diseño del Testbed
- Resultados
- Conclusiones y Recomendaciones

Roofnet / Meraki

- Nombre comercial: Meraki
- MIT experimental WMN
- Protocolo RNR (RoofNet Routing)
- Movilidad 802.11s (infraestructura)

- Ventajas:
  - Plug&Play
  - Configurable via Web Dashboard
- Desventajas:
  - Inoperable sin Internet

meraki.

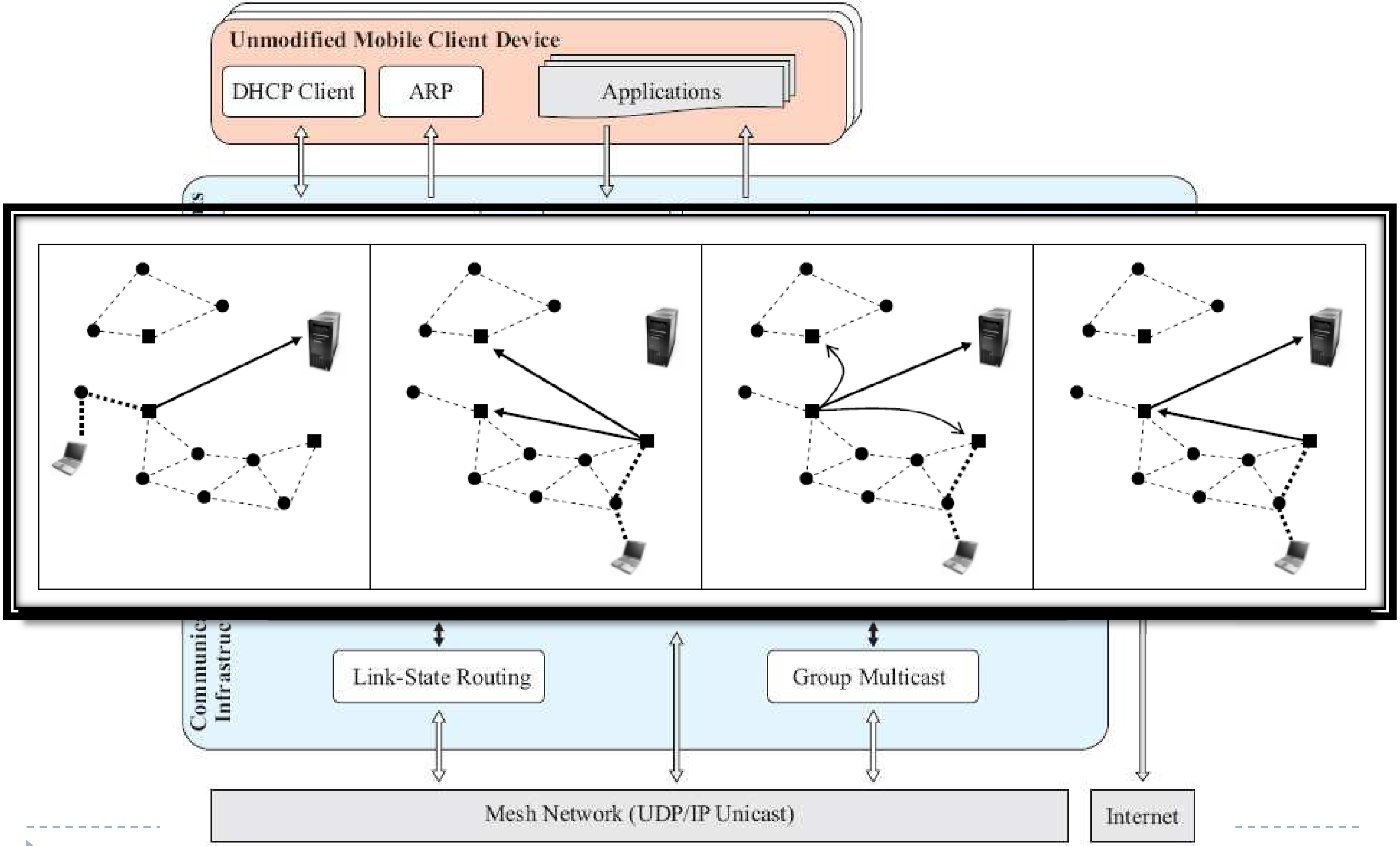
SMesh

- Sistema Wireless Mesh Johns Hopkins University
- Protocolo de Handoff Rápido
- Métrica de enrutamiento basada en costo.
- Movilidad y operación: Ad Hoc

- Ventajas:
  - 100% Configurable
  - Opera en OpenWRT (Linux)
- Desventajas:
  - Routers en los que opera son pocos

SMesh

SMesh - Arquitectura



Unmodified Mobile Client Device

DHCP Client

ARP

Applications

Communic

Infrastruc

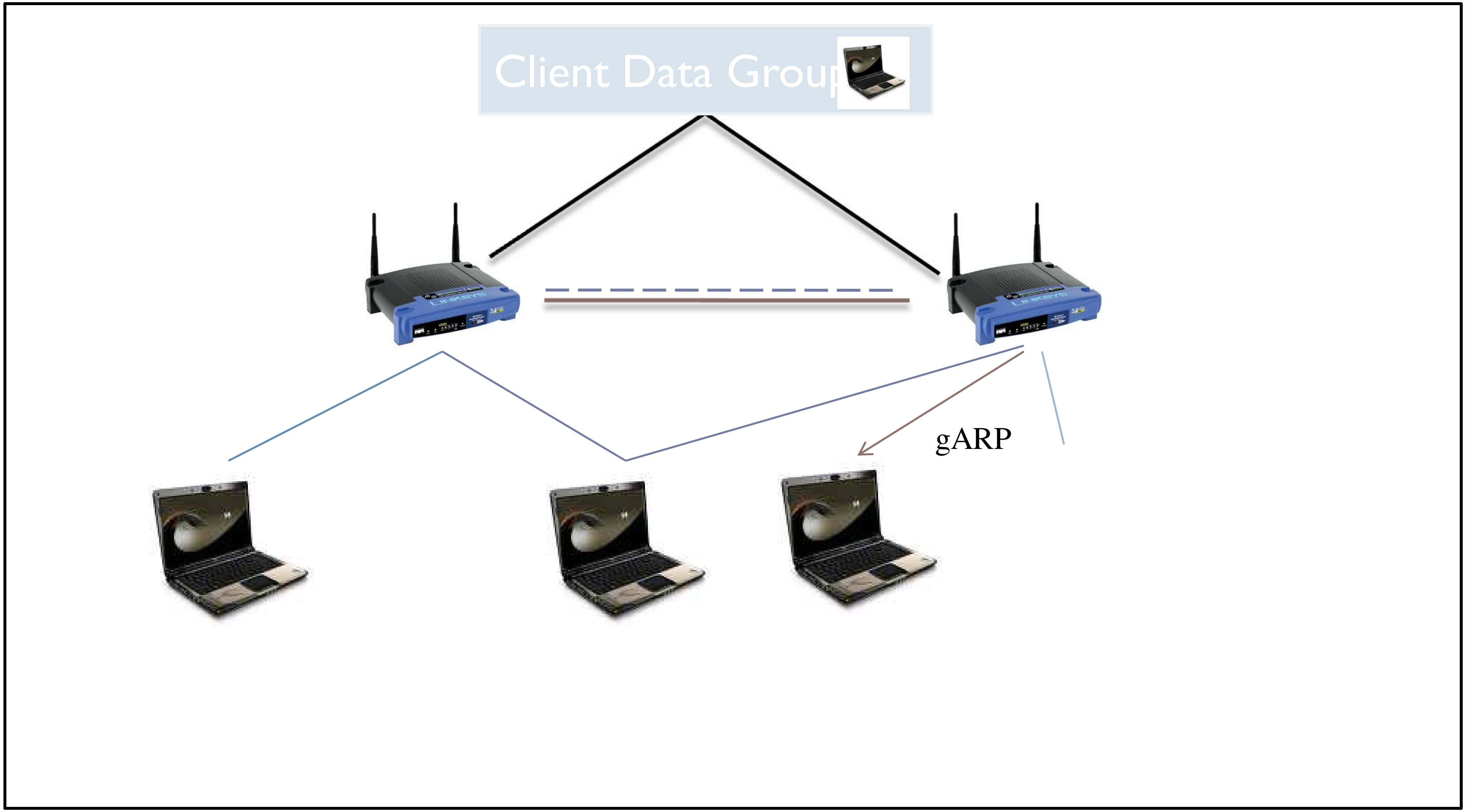
Link-State Routing

Group Multicast

Mesh Network (UDP/IP Unicast)

Internet

SMesh – Intra-Domain Handoff



Otras soluciones

- LCMIM
- SyncScan
- AODV-PHR

Contenido

- Redes IEEE 802.11 / 802.11s
  - Arquitectura
  - Movilidad
- Voz sobre WLAN y QoS
  - Desafíos
- Soluciones Consideradas
  - SMesh
  - Meraki
  - Otras soluciones
- **Hipótesis planteada**
- Diseño del Testbed
- Resultados
- Conclusiones y Recomendaciones

Hipótesis Planteada

- La calidad de Servicio en la voz sobre Redes Inalámbricas se ve mejorada con el uso de SMesh en comparación con el uso de redes Wireless Mesh LAN tradicionales dentro de las instalaciones de la FIEC.

Contenido

- Redes IEEE 802.11 / 802.11s
  - Arquitectura
  - Movilidad
- Voz sobre WLAN y QoS
  - Desafíos
- Soluciones Consideradas
  - SMesh
  - Meraki
  - Otras soluciones
- Hipótesis planteada
- **Diseño del Testbed**
- Resultados
- Conclusiones y Recomendaciones

Diseño de Testbed

- Experimentos
  - Delay
  - Jitter
  - Bandwidth / Throughput
  - Packet Loss
  - Subjetivo (MOS?)
  - Tráfico

- Redes
  - Meraki
    SMesh
  - ESPOL

Diseño del Testbed - Hardware

Fijo:

- PBX
  - PC – Asterisk
- Teléfono IP
  - 1 Grandstream
- Clientes Móviles
  - 2 Laptops (Softphone)

Por solución:

- SMesh
  - 2 Routers Linksys WRT54G-TM
  - 1 Router Linksys WRT54GL
  - @ 11 Mbps
- Meraki
  - 3 Routers Meraki Outdoor
  - @ 54 Mbps
- ESPOL
  - 3 APs fijos Cisco
  - @ 54 Mbps

Diseño de Testbed - Software

Fijo:

- VoIP
  - X-Lite (softphone)
- Sniffer
  - Wireshark
- Análisis de paquetes
  - Programa en Java
  - Gráficos MATLAB
- Prueba de tráfico
  - SipP (generador de tráfico)

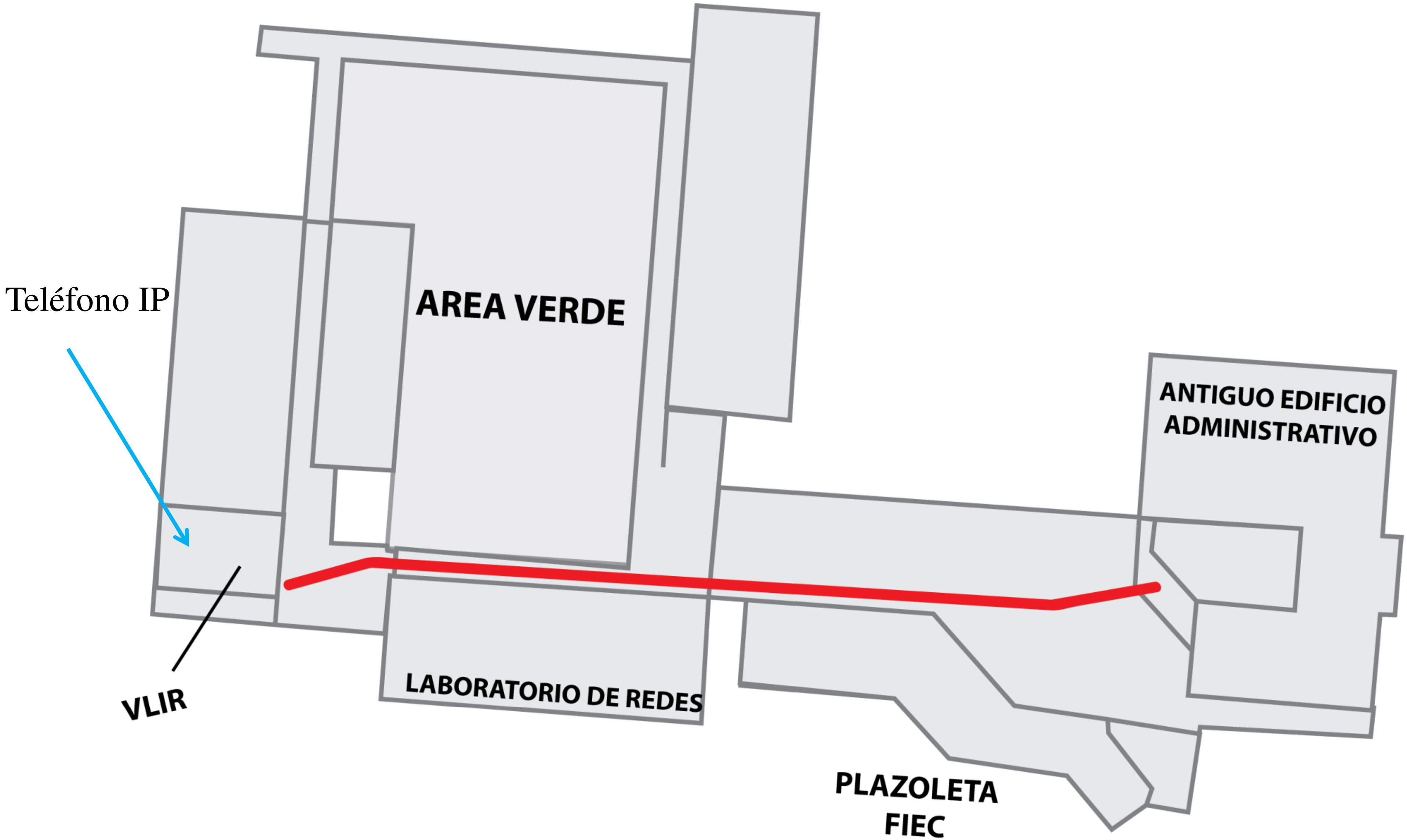
Por solución:

- SMesh
  - Paquetes perdidos: Python-Java

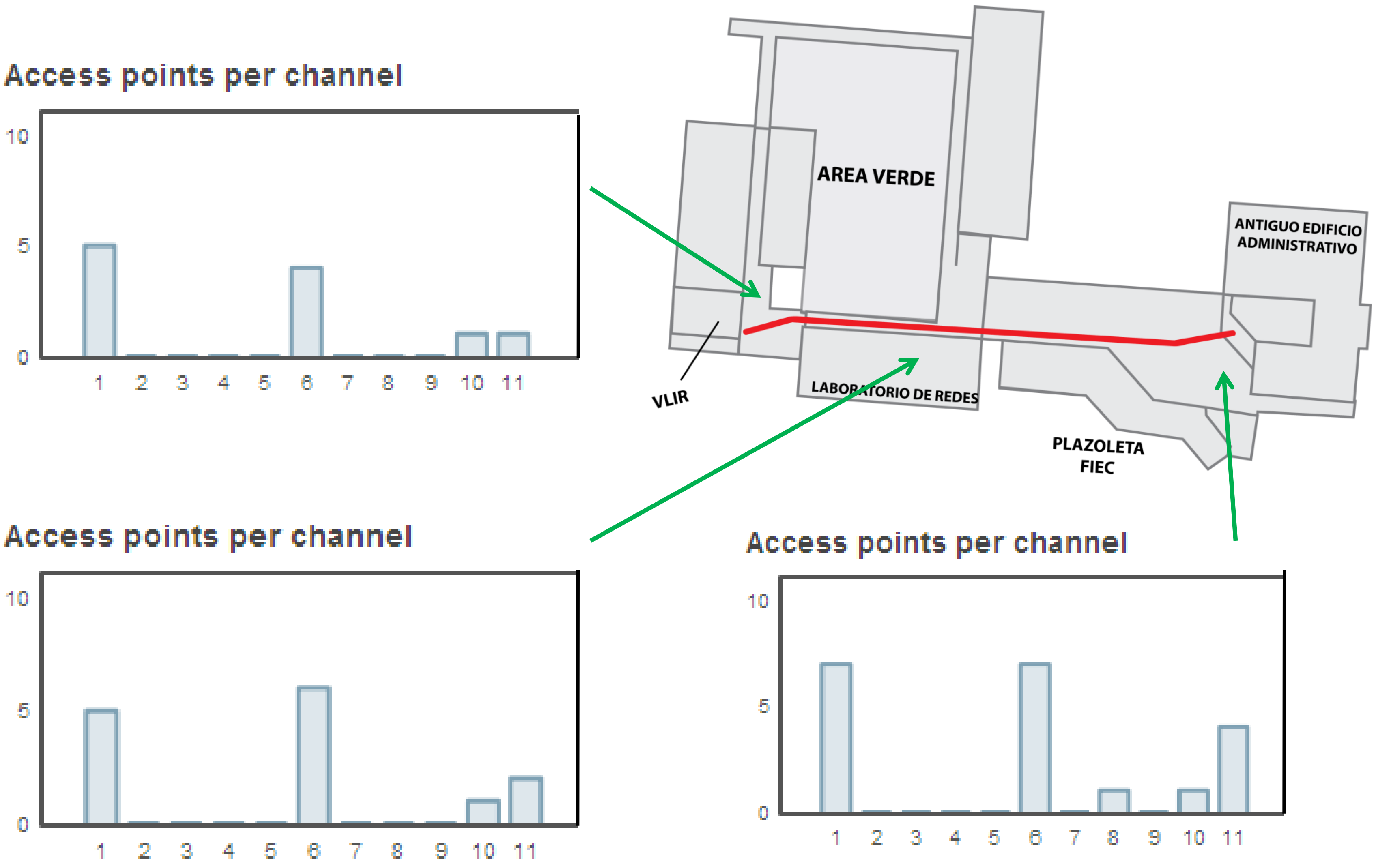
Costo por Nodo

- Meraki:
  - Meraki Outdoor $199
  - Meraki Indoor $149
- SMesh
  - Linksys WRT54GL $65 - $80
- ESPOL
  - Cisco Aironet $469

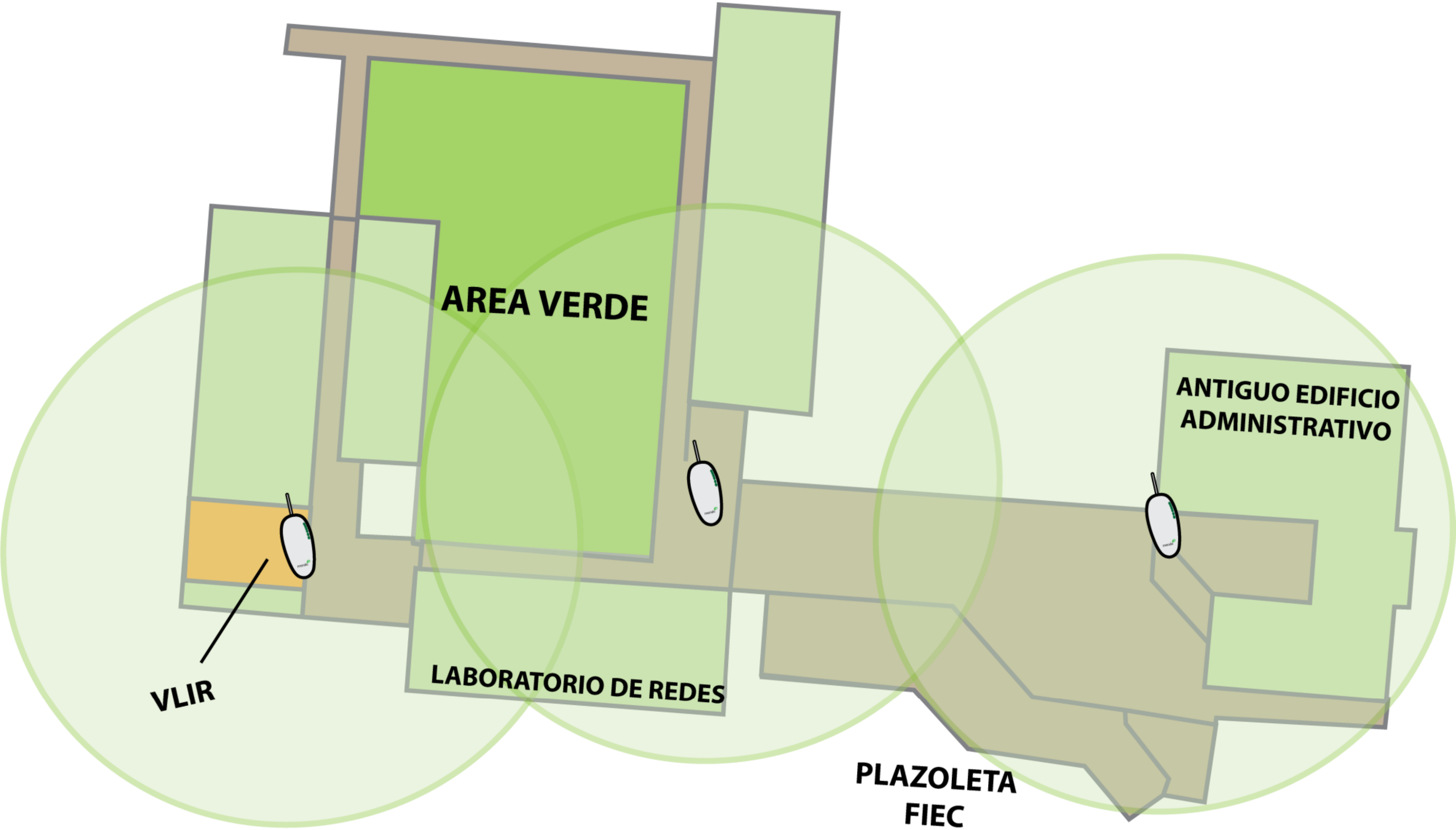
Diseño de Testbed - Recorrido



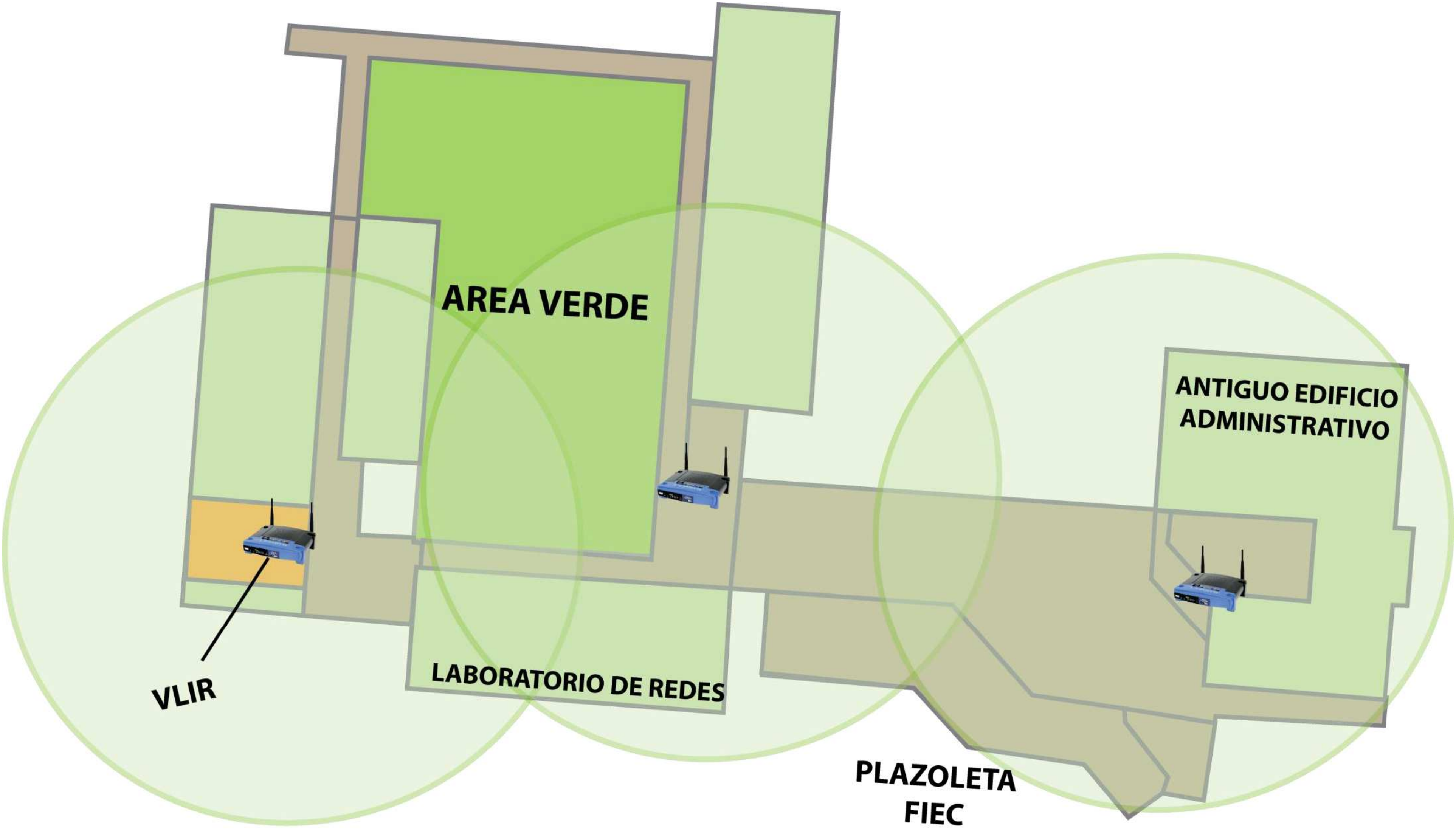
Site Survey


Access points per channel
10
5
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
AREA VERDE
ANTIGUO EDIFICIO ADMINISTRATIVO
VLIR
LABORATORIO DE REDES
PLAZOLETA FIEC
Access points per channel
10
5
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Access points per channel
10
5
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

Diseño de Testbed - Meraki



Diseño de Testbed - SMesh



Diseño de Testbed - ESPOL

Software desarrollado

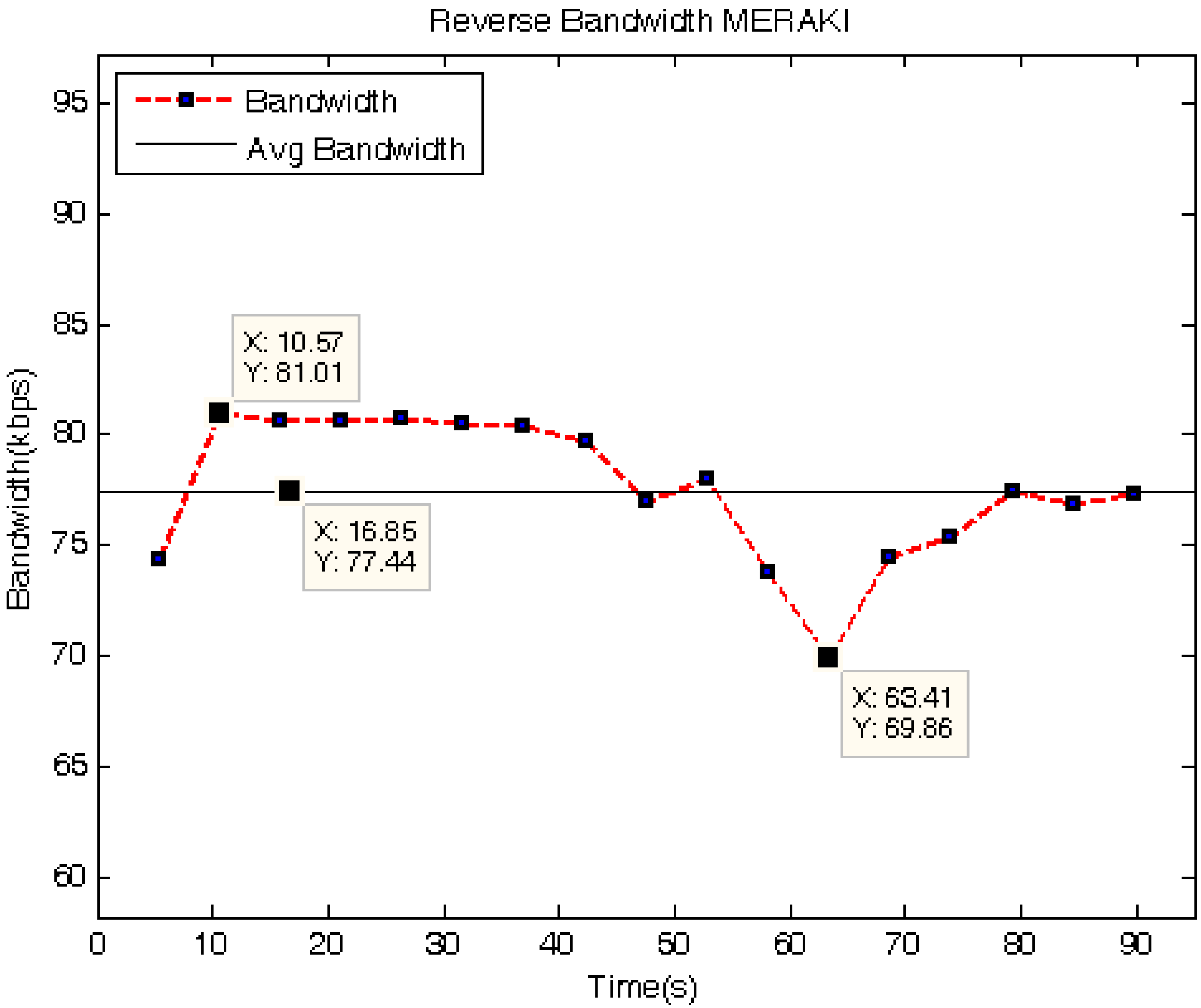
- Analizador de paquetes
  - Datos de Wireshark > CVS
  - Programado en Java
- Pérdida de Paquetes
  - Emisor: Python
  - Receptor: Java
    - 160 bytes, 20 ms >> 64kbps
    - 118 bytes "0+i", 42 bytes overhead.

Preambulo	Header	802.11 Q Trailer	Data	Gap
8 bytes	18 bytes	4 bytes	118 bytes	12 bytes

Contenido

- Redes IEEE 802.11 / 802.11s
  - Arquitectura
  - Movilidad
- Voz sobre WLAN y QoS
  - Desafíos
- Soluciones Consideradas
  - SMesh
  - Meraki
  - Otras soluciones
- Hipótesis planteada
- Diseño del Testbed
- **Resultados**
- Conclusiones y Recomendaciones

Resultados – Meraki



Resultados - Meraki

Análisis de los paquetes recibidos cuyo Delay fue mayor a 100 ms

Límite	Paquetes	Porcentaje
> 100 ms	354	100.00%
> 150 ms	273	77.10%
> 400 ms	141	39.83%
> 800 ms	1	0.28%

Resultados – Tráfico Meraki

Máximo Teórico

Saltos	Llamadas
0	135.5
1	68.8
2	34.3

Salto: 0

Llamadas	% Bloqueo
85	8.60%
90	11.00%
550	21.30%

Salto: 1

Llamadas	% Bloqueo
85	9.40%
90	11.00%
168	18.50%

Salto: 2

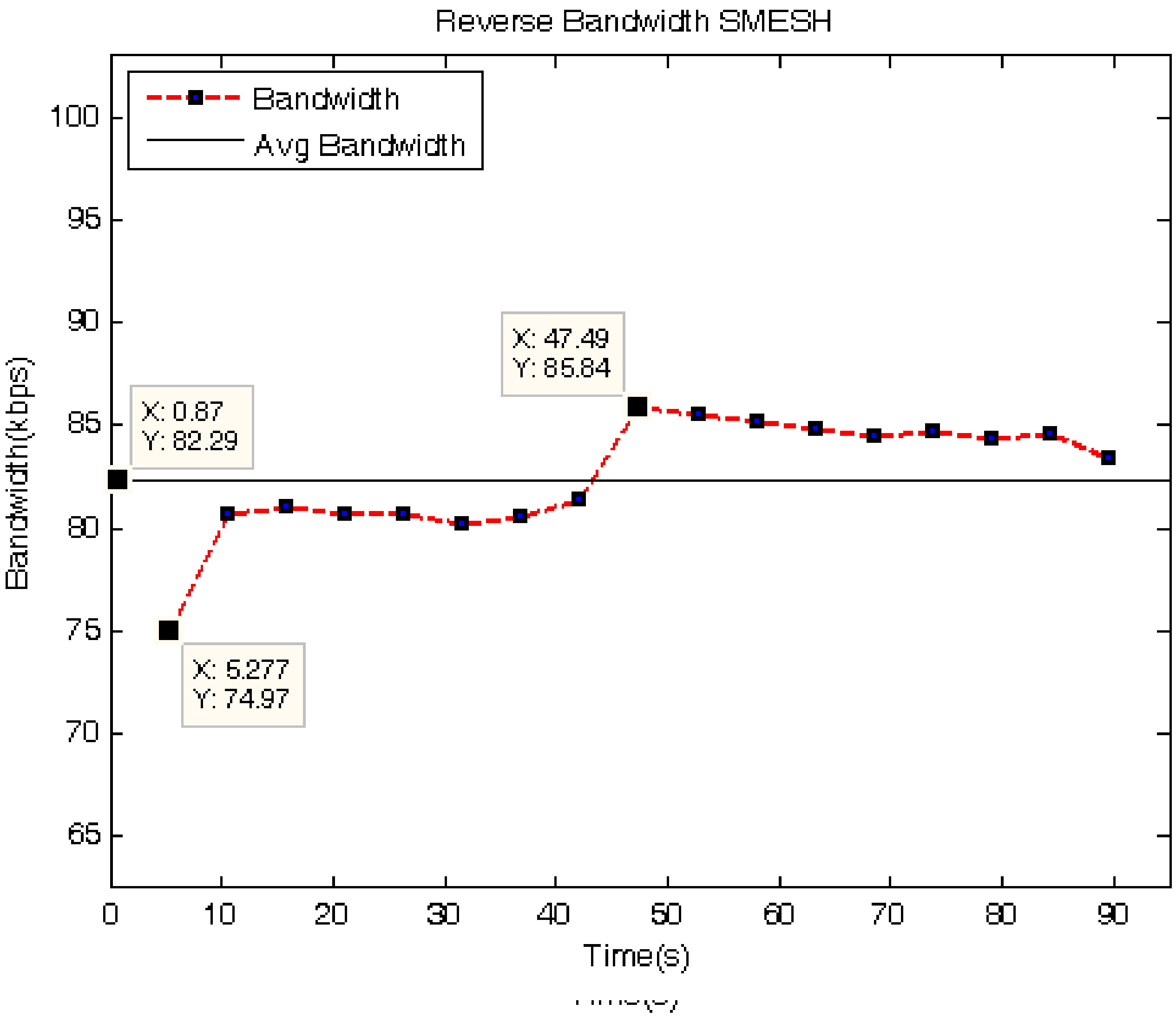
Llamadas	% Bloqueo
50	9.10%
55	11.70%
168	18.50%

Resultados – Tráfico Meraki

- Número de usuarios recomendado por salto:

Salto	Llamadas
0	85
1	85
2	50

Resultados - SMesh



Resultados - SMesh

Análisis de los paquetes recibidos cuyo Delay fue mayor a 100 ms

Límite	Paquetes	Porcentaje
> 100 ms	156	100.00%
> 150 ms	88	56.41%
> 400 ms	51	32.69%
> 800 ms	1	0.64%

Resultados – Tráfico SMesh

Máximo Teórico

Saltos	Llamadas
0	135.5
1	68.8
2	34.3

Salto: 0

Llamadas	% Bloqueo
105	7.50%
110	11.82%
145	40.69%

Salto: 1

Llamadas	% Bloqueo
55	5.47%
60	16.67%
68	29.41%

Salto: 2

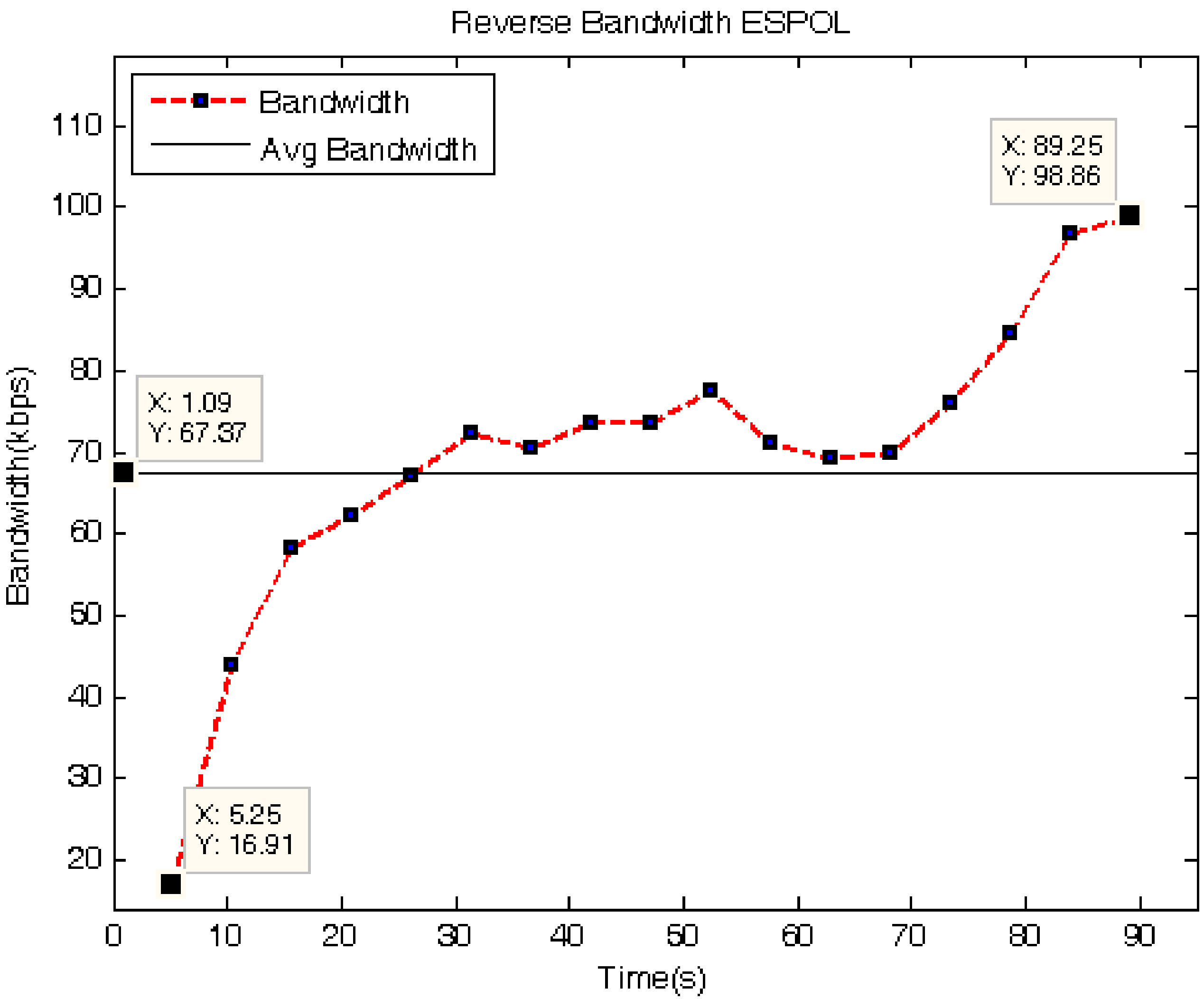
Llamadas	% Bloqueo
34	8.82%
35	11.43%
50	46.00%

Resultados – Tráfico SMesh

- Número de usuarios recomendados por salto:

Salto	Llamadas
0	105
1	55
2	30

Resultados - ESPOL

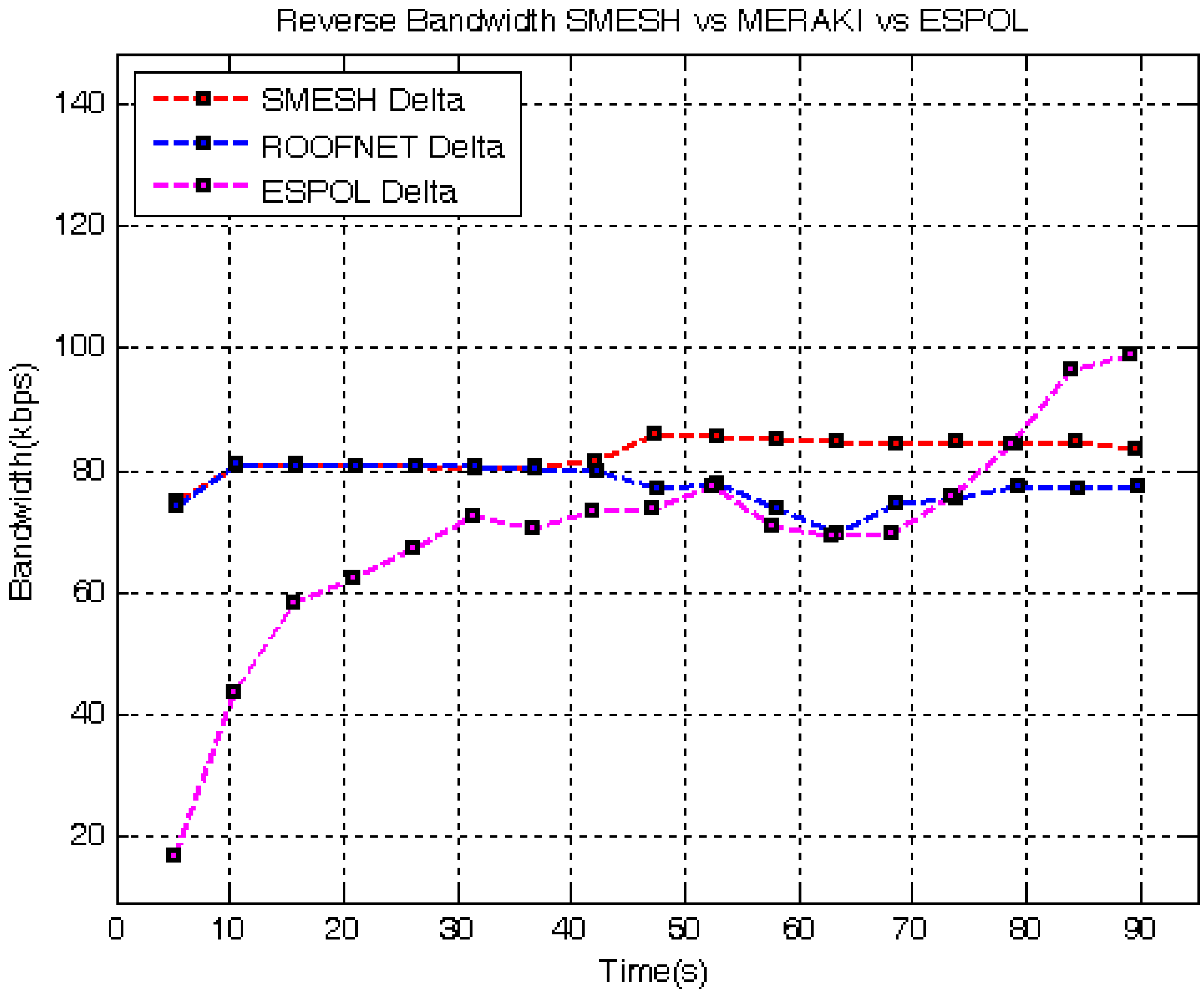


Resultados - ESPOL

Análisis de los paquetes recibidos cuyo Delay fue mayor a 100 ms

Límite	Paquetes	Porcentaje
> 100 ms	400	100.00%
> 150 ms	318	79.50%
> 400 ms	45	11.25%
> 800 ms	30	7.50%

Resultados – Todas las Redes



Resultados – Todas las redes: Delay

Delay Promedio

Red	Delay Promedio (ms)
SMesh	19.79
Meraki	21.2
ESPOL	43.74

Comparativa paquetes con retraso mayor a 100ms

Red	Delay > 100	Delay > 150	% Delay > 150
ESPOL	400	318	79.50%
Meraki	354	273	77.11%
SMesh	156	88	56.41%

Resultados – Tráfico Meraki vs SMesh

Número máximo teórico de conexiones por salto

Salto	Meraki	SMesh
0	675	137
1	337	68
2	168	34

Número máximo recomendado de conexiones por salto

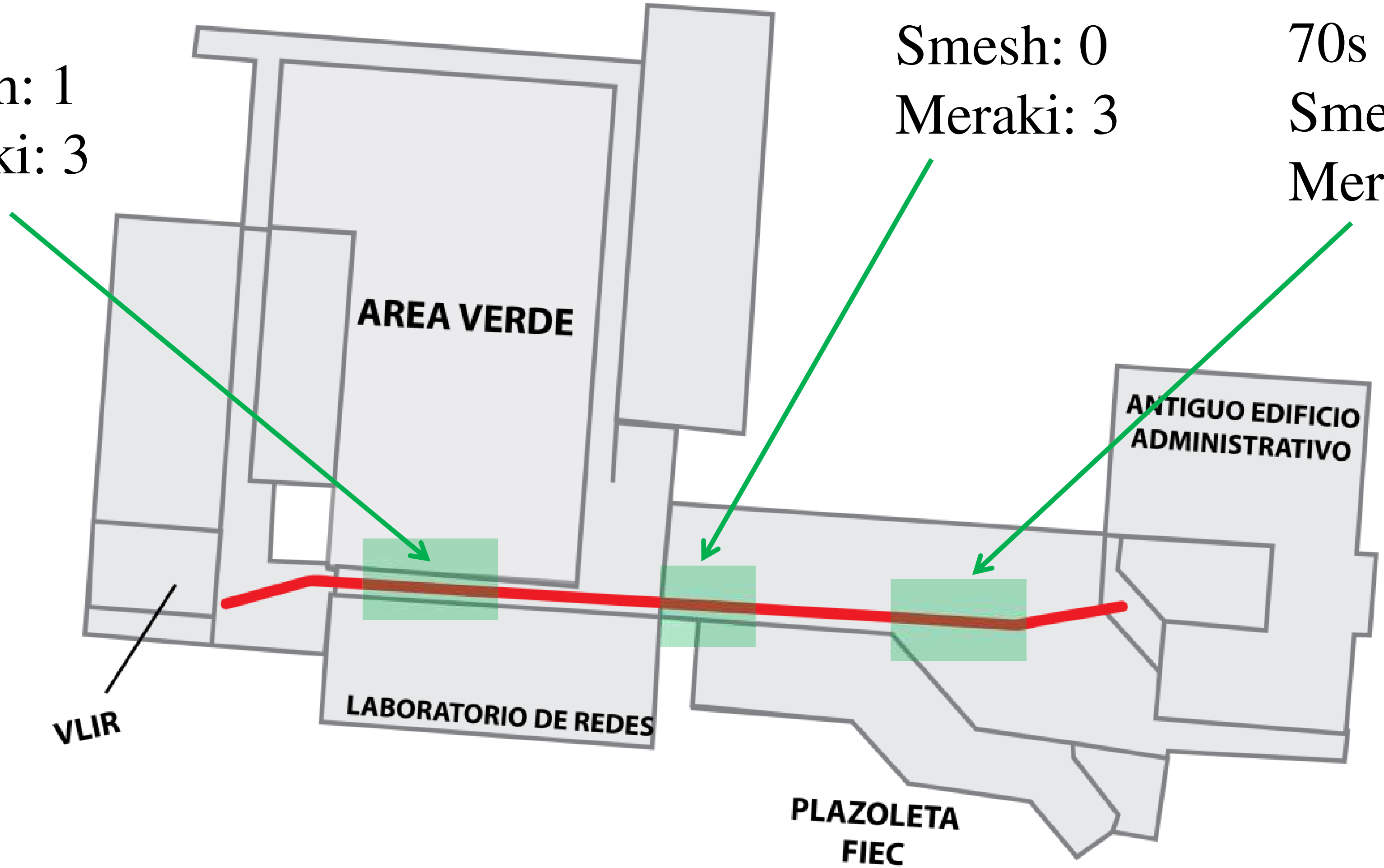
Salto	Meraki	SMesh
0	85	105
1	85	55
2	50	30

Resultados – Tráfico Meraki vs SMesh

Aprovechamiento del Ancho de Banda por salto

Salto	Meraki	SMesh
0	12.50%	77.00%
1	25.22%	80.88%
2	29.76%	88.23%

Resultados – QoS Subjetiva



38s
Smesh: 1
Meraki: 3

55s
Smesh: 0
Meraki: 3

70s
Smesh: 0
Meraki: 2

Conclusiones

- En términos teóricos – SMesh.
- En términos de los parámetros de QoS objetiva – SMesh.
- En términos de QoS subjetiva – SMesh.
- En relación a las pruebas de tráfico - Meraki.
- En relación al aprovechamiento del ancho de banda - SMesh.
- En términos económicos - SMesh.

- Conclusión final.
- Hipótesis.

Recomendaciones

- Cobertura de las redes 802.11s y 802.11.
- Definir propósito de la red en fase de diseño.
- Considerar escalabilidad y aumento de tráfico en la red.
- Desarrollar software que determine el packet loss en pruebas sobre redes con paquetes duplicados.
- Implementar soluciones proactivas de acuerdo a las necesidades previa la implementación.

¡Gracias por su atención!