



Nodowifi

Controlador Wireless IPv6

Low Cost

David Rodríguez Lozano drlozano@unex.es
Arturo Durán, Ana Gallardo, Marco Jaraíz, Antonio Fernández

Laboratorio WIFI
Escuela Politécnica
Universidad de Extremadura

INDICE

- Antecedentes.
- Introducción a la Arquitectura.
- Pasos y Desarrollo del Gateway IPv6.
- Puesta en marcha - Incidencias
- GT2012.
- Conclusiones y trabajo futuro
- Preguntas

Antecedentes:

Febrero 2012: RedIris nos propone dar Conectividad WIFI IPv6 nativa a los GT2012.

En contra:

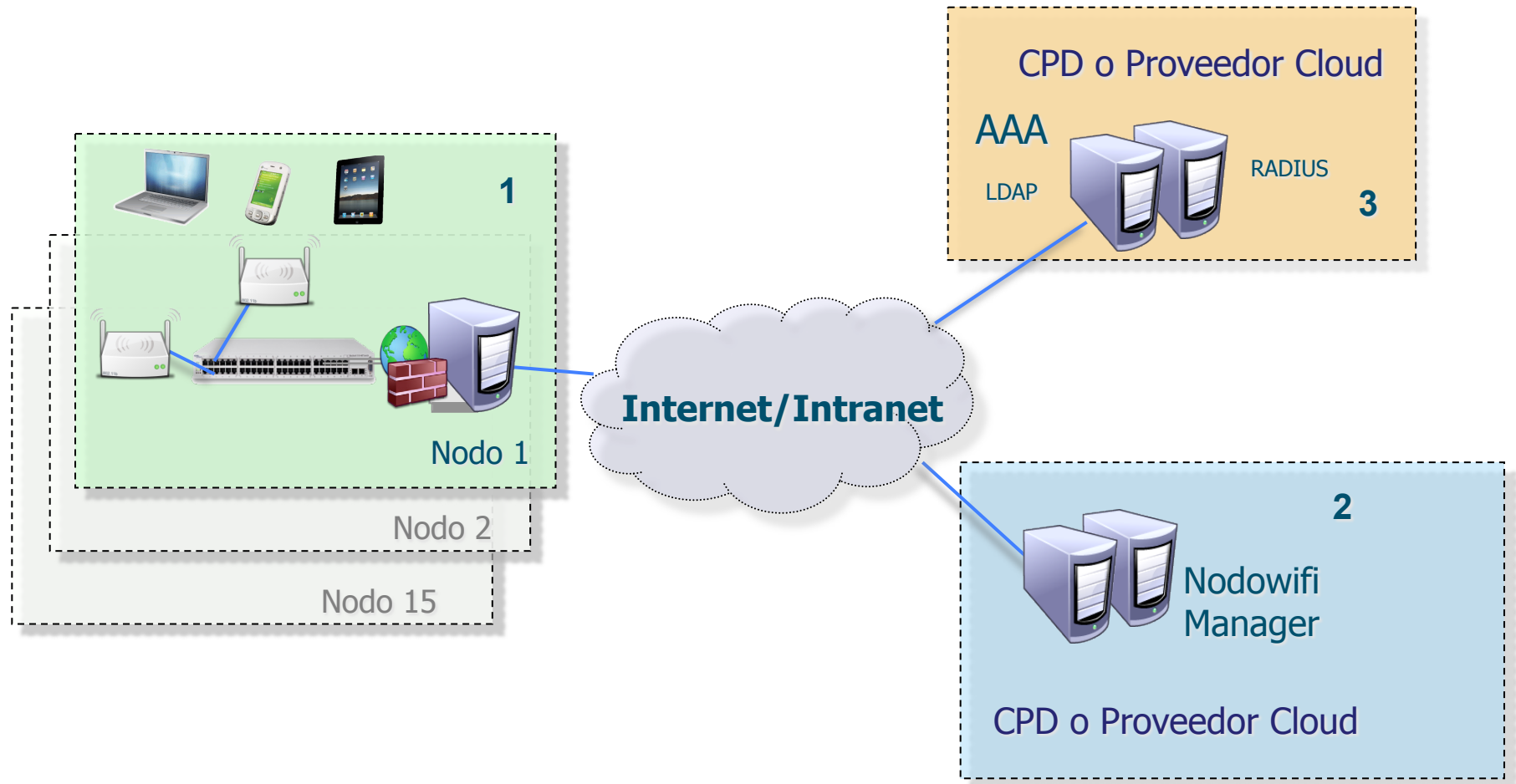


- Sin despliegue alguno de IPv6 en la UEX.
- Dependencias de Diputación de Cáceres sin conectividad a RedIris ni la UEX.
- Equipamiento wireless propietario Diputación sin soporte IPv6.
- Nuestro Controlador wireless es por software y de desarrollo propio.
- Ni un euro para invertir.

A favor:

- Muchas ganas de aprender.
- Colaboración de la Unidad Técnica de Comunicaciones de la UEX.
- Cuatro meses hasta los GT2012.

Introducción: Elementos funcionales de la Arquitectura



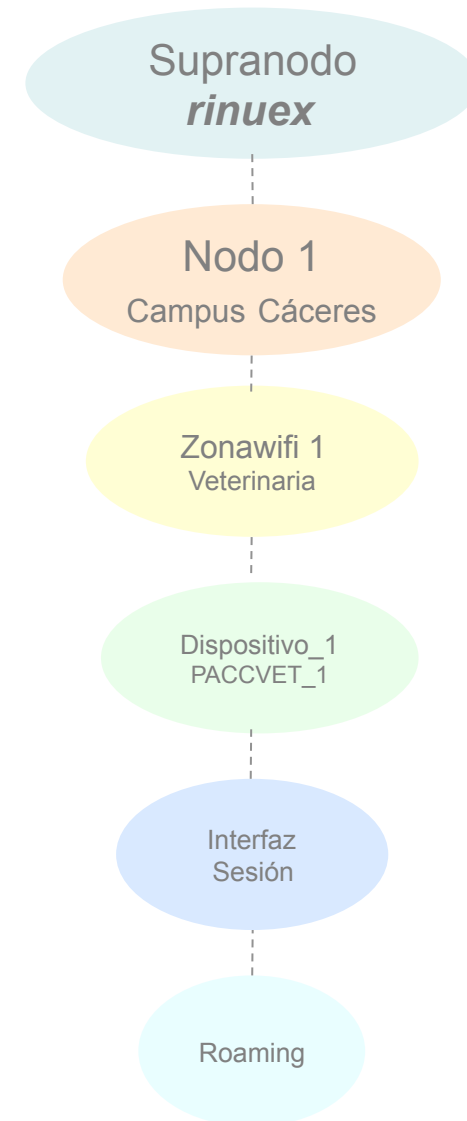
Introducción: Servidor Nodowifi.

- Elemento principal de la arquitectura jerárquica, integra en un único elemento a modo de “*appliance*”, una máquina virtual con las funcionalidades de:
 - ✓ Autenticación y Control de acceso a la red.
 - ✓ Monitorización de red.
 - ✓ Auditoría de sesiones.
 - ✓ Proxy/cache de navegación.
 - ✓ Control de contenidos.
 - ✓ Gestión de ancho de banda.
 - ✓ Optimización de energía.
 - ✓ Posibilidad de Balanceo de Carga.
 - ✓ Compatible IPv6.



Introducción: Jerarquía nodowifi

- **Supranodo:** Entidad lógica que agrupa a nivel administrativo todos los nodos de una red.
- **Nodo:** Agrupa todos los dispositivos y servicios de una dependencia o campus.
- **Zonawifi:** Agrupación lógica de dispositivos por un criterio común (p.e. Biblioteca, Facultad...).
- **Dispositivos:** Elementos que componen la red: nodowifi server, puntos de acceso, antenas..
- **Sesión:** Conexión de un usuario mediante un interfaz de dispositivo a la red cableada o wireless.
- **Roaming:** Saltos de una sesión entre distintos dispositivos de un nodo.



Desarrollo: Pasos

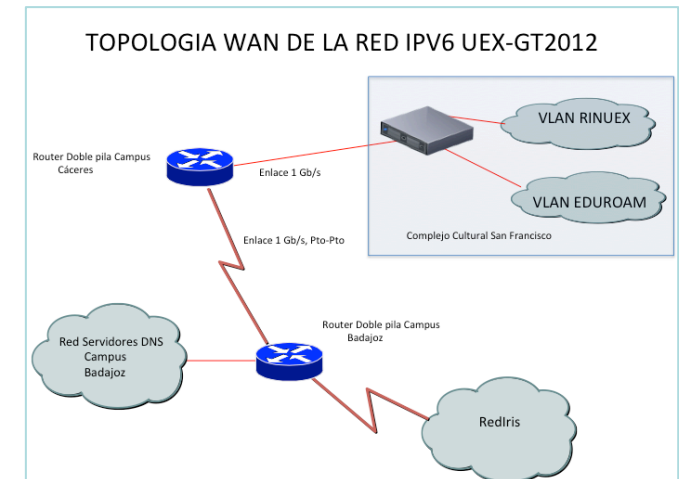
- ✓ Conseguir Conectividad IPv6 para las pruebas.
- ✓ Diseño del Nuevo nodo.
- ✓ Checklist de los servicios y aplicaciones del nodo afectadas por el soporte IPv6.
- ✓ Virtualización del Nodo con VMWare Server.
- ✓ Adaptación del Gateway a IPv6.
- ✓ Adapatación de Nwmanager a IPv6.
- ✓ Pruebas y depuración.

Desarrollo: Conectividad física IPv6.

✓ Dividimos la conectividad en 2 partes:

• LAN/WAN se encargó la Unidad Técnica de Comunicaciones:

- ✓ Conexión desde el Complejo Cultural hasta Campus de Cáceres (Pto-Pto Cáceres 2016).
- ✓ Interconexión entre Campus de Cáceres y Badajoz (Pto-Pto Intercampus).
- ✓ Conectividad a RedIris en el CPD de Badajoz

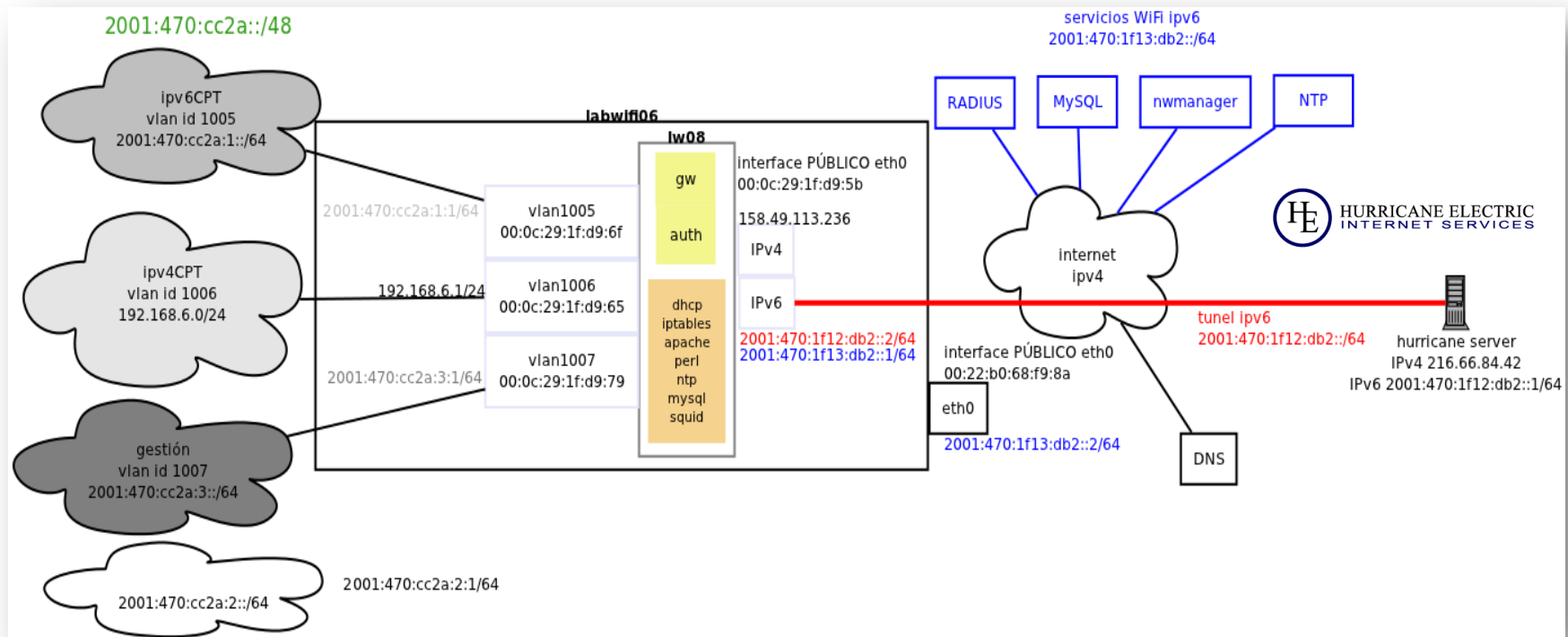


• WLAN nos encargamos desde el Laboratorio WIFI:

- ✓ Reconfiguración del controlador HP MSM 760 de Diputación de Cáceres.
- ✓ Instalación de APs de refuerzo en las salas de los Grupos.
- ✓ Gestión usuarios y navegación vía gateways situados en el CPD de Cáceres.

Desarrollo: Maqueta IPv6 con Tunnel Broker de HE.

- ✓ Nos permitió trabajar mientras se gestionaba la conectividad IPv6 con RedIris.
- ✓ Servidor del Laboratorio WIFI actuaba como router IPv6 del nodo virtualizado de pruebas.
- ✓ Necesario permitir el protocolo 41 en los firewall.
- ✓ Solución estable y flexible.



Desarrollo: Maqueta IPv6 con Tunnel Broker.

- ✓ Permite tener prefijos IPv6 rutados /64 y /48 por túnel
- ✓ Terminadores de túneles en todo el mundo (Francia)
- ✓ Posibilidad de crear hasta 5 túneles.
- ✓ Soporte para múltiples S.O.
- ✓ Gestión de zonas DNS pruebas con nodowifi.org

Hurricane Electric Free DNS Management
Managing zone: **nodowifi.org**

[New A](#) | [New AAAA](#) | [New CNAME](#) | [New MX](#) | [New NS](#) | [New TXT](#) | [Additional](#) | [Set TTL](#)

Name	Type	TTL	Priority	Data	DDNS	Delete
nodowifi.org	SOA	86400	-	ns1.he.net. hostmaster.he.net. 2012101800 10800 1800 604800 86400		
nodowifi.org	NS	86400	-	ns1.he.net		
nodowifi.org	NS	86400	-	ns2.he.net		
nodowifi.org	NS	86400	-	ns3.he.net		
nodowifi.org	NS	86400	-	ns5.he.net		
nodowifi.org	NS	86400	-	ns4.he.net		
lw08.nodowifi.org	A	86400	-	158.49.113.236		
telcdati60.nodowifi.org	A	14400	-	158.49.245.103		
authserv.nodowifi.org	AAAA	86400	-	2001:470:1f13:db2::1		
gateway.nodowifi.org	AAAA	86400	-	2001:470:cc2a::1		
lw08.nodowifi.org	AAAA	86400	-	2001:720:1e10:1113::2		
rinuex.nodowifi.org	AAAA	86400	-	2001:470:1f13:db2::100		
rinuex02.nodowifi.org	AAAA	86400	-	2001:720:1e10:1113::3		
rinuex2.nodowifi.org	AAAA	86400	-	2001:720:1e10:1113::100		

IMPORTANT: You are now able to remove ns1.he.net from the list of nameservers. We omit the quad A record (AAAA) on ns1.he.net to work around a number of broken IPv6 implementations. To include only those nameserver's that are dual stack, you may remove ns1.he.net from the list above. If you do not need this requirement, please leave ns1.he.net in the list.

[Raw Zone](#)

Tunnel Details

[IPv6 Tunnel](#) | [Example Configurations](#) | [Advanced](#)

Tunnel ID: 150868 [Delete Tunnel](#)
 Creation Date: Feb 29, 2012
 Description:

IPv6 Tunnel Endpoints

Server IPv4 Address: 216.66.84.42
 Server IPv6 Address: 2001:470:1f12:db2::1/64
 Client IPv4 Address: **158.49.113.236**
 Client IPv6 Address: 2001:470:1f12:db2::2/64

Available DNS Resolvers

Anycasted IPv6 Caching Nameserver: 2001:470:20::2
 Anycasted IPv4 Caching Nameserver: 74.82.42.42

Routed IPv6 Prefixes

Routed /64: 2001:470:1f13:db2::/64
 Routed /48: 2001:470:cc2a::/48 [\[X\]](#)

rDNS Delegations [Edit](#)

rDNS Delegated NS1:
 rDNS Delegated NS2:
 rDNS Delegated NS3:
 rDNS Delegated NS4:
 rDNS Delegated NS5:

Desarrollo: Diseño de un nuevo Nodo como MV

- ✓ Plataformamos un nuevo nodo desde cero con SO y paquetes software actualizados:



Debian



MySQL



DHCPv6

Apache



OpenSSL



NTP

Perl



Squid



Ip6table

PHP



PGP



IPRoute2

CBQ

TCL

- ✓ Soporte nativo IPv6 para todo excepto nuestros desarrollos:



Nocat



Nodowifi



Desarrollo: Información sesiones IPv6 en nwmanager.

Listado de Sesiones

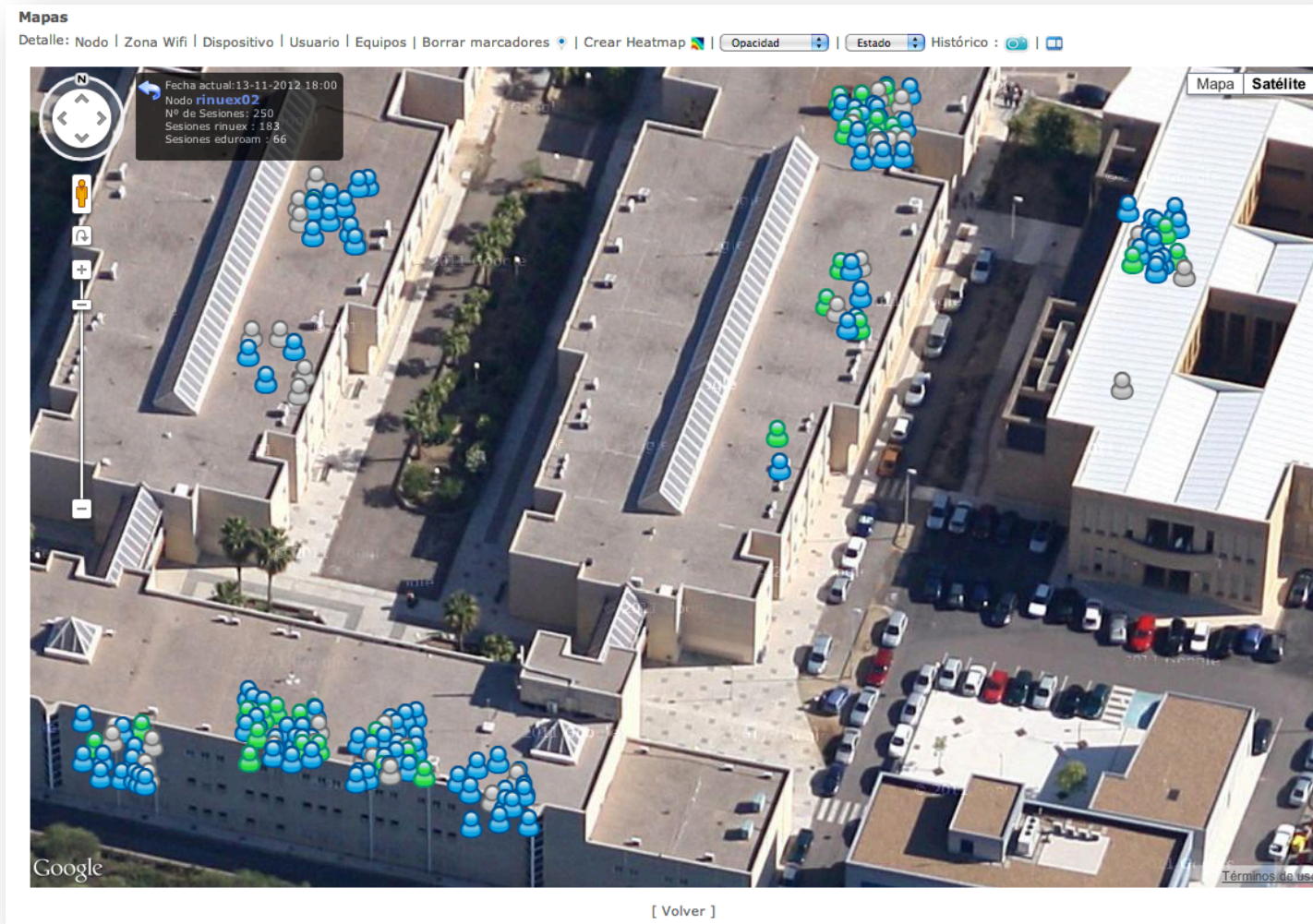
Ver: [Vivas | Autenticadas | rinuex | eduroam | roaming | hits | IPv4 | IPv6 | Doble pila]

Ordenar por: | Paginar por:

Items listados: 23 -

Nodo	ZWIFI	Dispositivo	Usuario	Roam	Hits	MAC	Dir. IP	Dir. IPv6	Inicio	Duración	Map
rinuex02	POLA	nw_rinuex02	@unex.es	4	0	2c:81:58:	158.49.219.228	2001:720:1e10:1007:cdfb:65ec:1872:5c59 2001:720:1e10:1007:814a:c042:13da:9dc0	13-11-12 09:54	10h:10m	
rinuex02	POLA	PACCPOL04I	@UNEX.ES	5	0	70:de:e2:	158.49.219.153 158.49.217.30	2001:720:1e10:1007:6997:4e39:7da6:7f8f 2001:720:1e10:1007:7d4d:8509:119:e944	13-11-12 15:41	04h:23m	
rinuex02	POLI	PACCPOL01I	@UNEX.ES	3	0	10:40:f3:	158.49.219.166	2001:720:1e10:1007:2413:ee08:1354:4555	13-11-12 16:16	03h:48m	
rinuex02	POLA	nw_rinuex02	@UNEX.ES	12	0	68:5d:43:	158.49.216.150 158.49.219.114	2001:720:1e10:1007:6983:2bc9:20c4:da5b 2001:720:1e10:1007:f4d2:516c:9b04:5727	13-11-12 16:31	03h:33m	
rinuex02	POLA	nw_rinuex02	Eduroam	4	0	00:1c:bf::	158.49.219.183 158.49.217.40	2001:720:1e10:1007:98c9:c42e:a69e:5260 2001:720:1e10:1007:a58d:8dcf:d4bf:ae57	13-11-12 17:13	02h:51m	
rinuex02	POLA	nw_rinuex02	@UNEX.ES	6	0	70:73:cb:	158.49.219.191	2001:720:1e10:1007:2078:3c2a:d8d8:ebc0	13-11-12 17:25	02h:39m	
rinuex02	POLA	nw_rinuex02	@UNEX.ES	4	0	84:00:d2:	158.49.219.123	2001:720:1e10:1007:8600:d2ff:fed2:3fb3	13-11-12 17:27	02h:37m	
rinuex02	POLC	PACCPOL021I	@UNEX.ES	3	0	e0:b9:a5:	158.49.219.104	2001:720:1e10:1007:ede9:fea4:db43:eb26 2001:720:1e10:1007:9893:f376:f0ff:a906	13-11-12 17:30	02h:34m	
rinuex02	POLC	PACCPOL12I	@UNEX.ES	7	0	ec:55:f9::	158.49.219.137 158.49.217.28	2001:720:1e10:1007:6837:e06a:69ce:a155 2001:720:1e10:1007:710d:fda5:b8ef:bfd6 2001:720:1e10:1007:b1f1:44f4:86d0:636b 2001:720:1e10:1007:e132:6d4f:2023:9048	13-11-12 17:30	02h:35m	
rinuex02	POLI	PACCPOL01I	@UNEX.ES	7	0	10:9a:dd:	158.49.219.209 158.49.216.42	2001:720:1e10:1007:49a3:9ed1:11bb:debe 2001:720:1e10:1007:4913:3dcc:5e76:cadb	13-11-12 17:34	02h:30m	
rinuex02	POLI	PACCPOL03I	@UNEX.ES	3	0	00:22:fb::	158.49.219.66	2001:720:1e10:1007:493a:38d:62b:57f	13-11-12 17:32	02h:32m	
rinuex02	POLC	PACCPOL021I	@unex.es	6	0	00:26:bb:	158.49.219.179	2001:720:1e10:1007:60c7:d1d:ec60:555 2001:720:1e10:1007:f93e:2fa4:abbc:5ce3 2001:720:1e10:1007:ac82:6a38:aeb7:a898 2001:720:1e10:1007:dc72:37b9:4752:673a 2001:720:1e10:1007:458:cda4:7814:3031	13-11-12 17:38	02h:26m	
rinuex02	POLA	nw_rinuex02	@UNEX.ES	3	0	00:1f:3b::	158.49.219.86	2001:720:1e10:1007:b4a8:6b4d:facc:8f7e	13-11-12 18:04	02h:00m	
rinuex02	POLC	PACCPOL021I	@UNEX.ES	3	0	f4:6d:04:	158.49.219.100	2001:720:1e10:1007:2dc6:b7eb:4e25:157c	13-11-12 18:08	01h:56m	
rinuex02	POLC	PACCPOL021I	@UNEX.ES	3	0	00:19:d2:	158.49.219.126	2001:720:1e10:1007:8cde:5af1:6432:afba	13-11-12 18:10	01h:55m	
rinuex02	POLT	PACCPOL14I	@UNEX.ES	5	0	00:1e:65:	158.49.216.33 158.49.219.168	2001:720:1e10:1007:41df:a400:9b2a:8633	13-11-12 18:23	01h:41m	
rinuex02	POLT	PACCPOL14I	@UNEX.ES	3	0	00:23:4d:	158.49.219.246	2001:720:1e10:1007:50ca:f767:5838:1400	13-11-12 18:29	01h:35m	
rinuex02	POLC	PACCPOL021I	@UNEX.ES	8	0	1c:62:b8:	158.49.219.151	2001:720:1e10:1007:1e62:b8ff:fe29:8cc5	13-11-12 18:37	01h:27m	
rinuex02	POLI	PACCPOL03I	@UNEX.ES	3	0	00:24:d6:	158.49.219.214	2001:720:1e10:1007:bdfo:c6d4:1113:4ab3 2001:720:1e10:1007:20e2:4e2d:f352:ec64	13-11-12 18:36	01h:28m	
rinuex02	POLI	PACCPOL01I	@UNEX.ES	4	0	10:40:f3:	158.49.219.34 158.49.216.170	2001:720:1e10:1007:b8bf:2566:afd6:9100	13-11-12 18:36	01h:28m	
rinuex02	POLI	PACCPOL02I	@UNEX.ES	2	0	0c:00:c0::	158.49.219.22	2001:720:1e10:1007:7d61:d5d:9d3d:b256	13-11-12 19:13	00h:52m	
rinuex02	POLI	PACCPOL01I	@UNEX.ES	4	0	b4:82:fe:	158.49.216.247 158.49.219.88	2001:720:1e10:1007:a0d1:9f2a:7b9b:b234	13-11-12 19:26	00h:38m	
rinuex02	POLI	PACCPOL03I	@UNEX.ES	4	0	04:46:65:	158.49.219.203	2001:720:1e10:1007:5097:c420:629:16df	13-11-12 20:02	00h:02m	

Desarrollo: Identificación usuarios IPv6 en Mapas (icono verde).



Desarrollo: Representación densidad usuarios IPv6 en mediante heatmaps.



Desarrollo: Detalle sesión de usuario con Ipv6

Mapas
Detalle: | Crear Heatmap | Opacidad | Estado | Histórico: | Mapa | Satélite

Fecha actual: 13-11-2012 18:04
Usuario: XXXXX30
IPv4: 158.49.216.123, 158.49.219...
IPv6: 2001:720:1e10:1007:535:42a9:483e:14c6
Mac: 04:46:65:XX:XX:XX
Fabricante: Murata Manufacturi...
Hora de inicio: 17:35:02 13-11-12
Ubicación: nw_rinuex02
Distancia Recorrida: 0,000Km

[Volver]

Desarrollo: Modificaciones del gateway nodowifi.

Tras analizar distintas opciones, decidimos:

- Modificar Nocat para soportar IPv6.
- Dar soporte IPv6 al portal cautivo, usuarios no eduroam de los GT2012.
- Integrar Squid en modo transparente (nodos remotos de la UEX y CV).

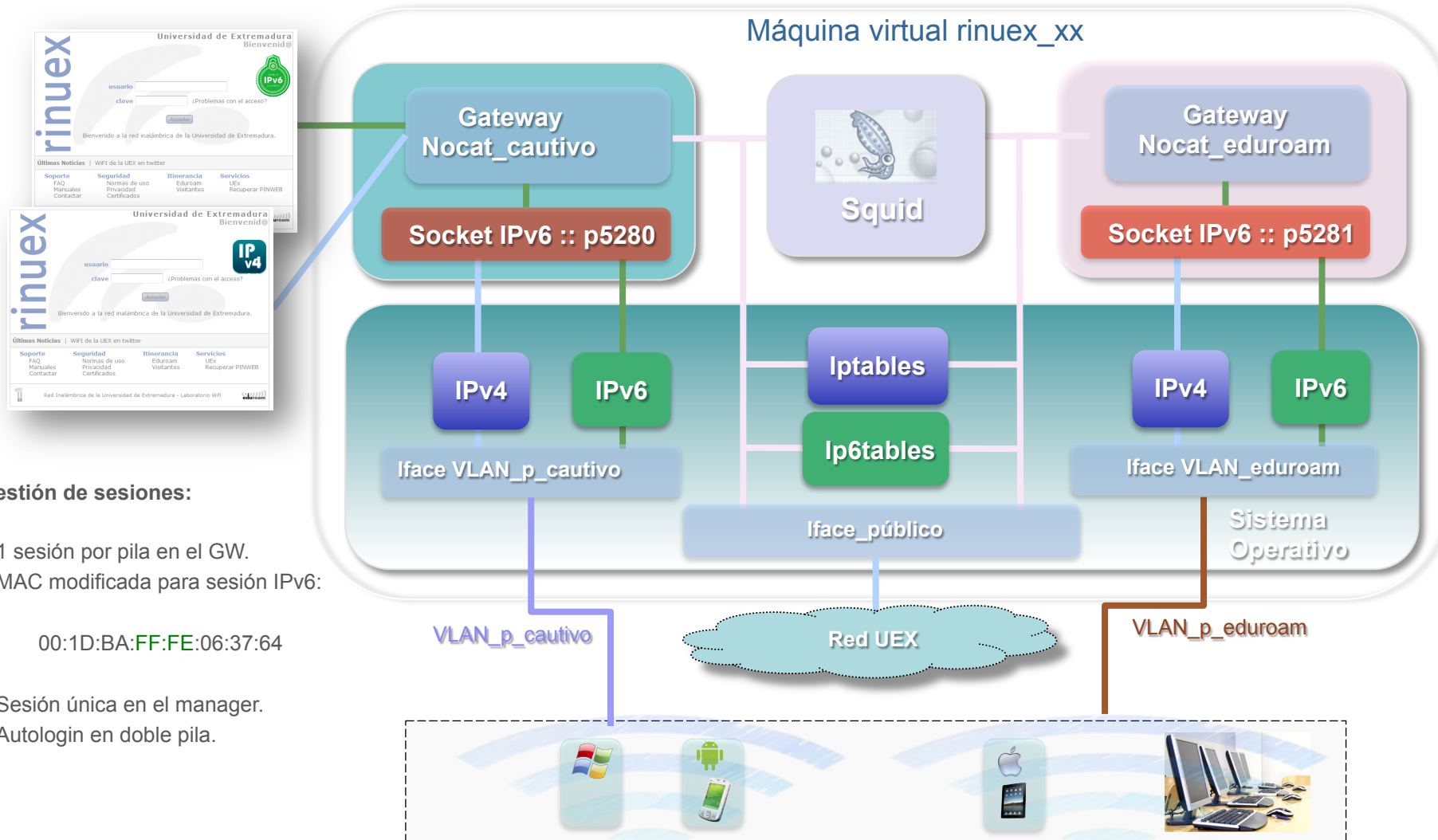
Problema REDIRECT no existen en Ip6tables

Solución Compleja



“Arquitectura de doble pila y socket simple con TPROXY”.

Desarrollo: Gateway nodowifi con soporte TPROXY.



Gestión de sesiones:

- 1 sesión por pila en el GW.
- MAC modificada para sesión IPv6:

00:1D:BA:FF:FE:06:37:64

- Sesión única en el manager.
- Autologin en doble pila.

Desarrollo: TPROXY “quien hizo la ley hizo la trampa”

Marcado

```
iptables/ip6tables -t mangle -A PREROUTING -p tcp --dport 80 -j TPROXY --tproxy-mark 0x1/0x1 --on-port 5281
```

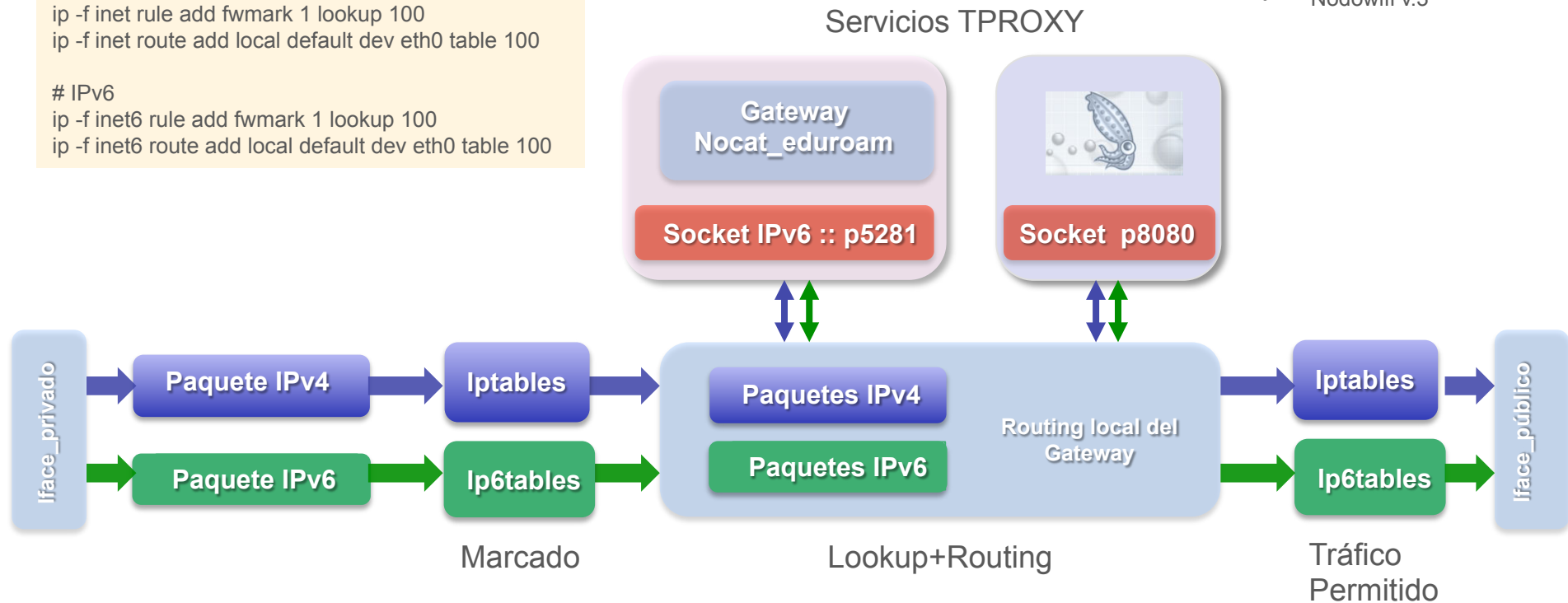
Lookup y rutado

```
# IPv4
ip -f inet rule add fwmark 1 lookup 100
ip -f inet route add local default dev eth0 table 100

# IPv6
ip -f inet6 rule add fwmark 1 lookup 100
ip -f inet6 route add local default dev eth0 table 100
```

Requisitos mínimos TPROXY:

- Linux Kernel 2.6.37
- iptables 1.4.10
- Squid 3.1
- Nodowifi v.3



Desarrollo: Gateway nodowifi con soporte TPROXY.

Servidor PERL con soporte TPROXY

```
#!/usr/bin/perl -w
# server.pl
#-----
use IO::Socket;
use IO::Socket::IP;
use strict;
#-----
use Socket qw(:all);
use constant SOL_IP => 0;
use constant IP_TRANSPARENT => 19;
#-----
my $port = 5280;
my $proto = getprotobyname('tcp');
my $self = shift;
my @address;
@address = ( LocalAddr => ':' );
my $server = IO::Socket::IP->new(
    Listen      => 5,
    Proto       => "tcp",
    ReuseAddr   => 1,
    @address
);
$server->setsockopt( SOL_IP, IP_TRANSPARENT, 1) or die "setsockopt:";
```


Pruebas: Compatibilidad IPv6 en sistemas operativos.

✓ Discrepancia en el soporte a nivel SO y en los protocolos y métodos de configuración.

Importante

Los SO que no soporten DHCPv6 o RDNSS no pueden configurar automáticamente los servidores DNS en un entorno sólo IPv6, lo que hace poco viable tener sólo IPv6 en redes heterogéneas (p.e eduroam).

```
# ipv6 eduroam rinuex02
interface vlan_open {
    AdvSendAdvert on;
    MinRtrAdvInterval 3;
    MaxRtrAdvInterval 10;
    prefix 2001:720:1e10:1007::64 {
        AdvOnLink on;
        AdvAutonomous on;
        AdvRouterAddr on;};
    RDNSS 2001:4860:4860::8888 2001:4860:4860::4488 {
        AdvRDNSSPreference 8;
        AdvRDNSSOpen off;
        AdvRDNSSLifetime 100;};
};
```


OS	Version	Claimed IPv6-ready	Installed by Default	DHCPv6	ND RDNSS
AIX	4.3	Yes	Yes	Yes	No
Android	4.0 (Ice Cream Sandwich)	Partial ^[1]	Yes	No	No
Cisco IOS	15.2	Yes	Yes	Yes	No
Fedora	13	Yes	Yes ^[2]	Yes ^[2]	Yes ^[2]
FreeBSD	9.0	Yes ^[3]	Yes	Addon ^[4]	Yes ^[5]
HP-UX	11i	Yes	Yes	Yes	Yes
IBM i	7.1	Yes	Yes	Yes	No
iOS	4.1	Yes	Yes	Yes	Yes ^[8]
iOS	6.0.x	Yes	No	No	No
Juniper JUNOS	12.2	Yes	Yes	Yes	No ^[9]
Mac OS X	10.7 (Lion)	Yes	Yes	Yes ^[10]	Yes ^[11]
MeeGo	1.2	No ^[12]	Yes ^[13]	No	Yes ^[14]
OpenBSD	5.1	Yes	Yes	Addon ^[4]	No
OpenVMS	8.3	Yes	Yes	No	No
Red Hat Enterprise Linux	6	Yes ^[15]	Yes	Yes ^[4]	Yes
Solaris	10	Yes	Yes	Yes	No
SUSE Linux Enterprise Server	11	Yes ^[16]	Yes	Yes	Yes
Symbian	7.0	Yes	Yes	No	No
Ubuntu	10.10 (Maverick Meerkat)	Yes	Yes	Addon	Yes
webOS	2.1.0	No	No	No	No
Windows NT	5.1 (XP)	Yes	No	Addon ^[4]	No
Windows NT	6.0 (Vista)	Yes ^[19]	Yes	Yes ^[4]	Addon
Windows NT	6.1 (7)	Yes ^[19]	Yes	Yes ^[4]	Addon
Windows Phone	6.5 (Mobile)	Yes	Yes	Lite ^[21]	No
Windows Phone	7.5	No	No	No	No

http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_IPv6_support_in_operating_systems


Pruebas: Extensiones de privacidad RFC 4941.


- ✓ Almacenamiento de las direcciones IPv6 fijas/temporales asociadas a la sesión.
- ✓ Modificamos el software de gestión para almacenar hasta 100 IPs por sesión.
- ✓ No requiere software ni hardware adicional.

Listado de Sesiones

Id Sesión	Nodo	Zonawifi	Usuario	Num Roaming	MAC	Dir. IP	Dir. IPv6	Inicio	Duración	Mapas
7769808	rinuex02	POLA	0	J@UNEX.ES	8	e4:ce:8f:16:49:0c	158.49.219.250 2001:720:1e10:1007:ddd6:a5f5:1e5:62c3 2001:720:1e10:1007:1dbd:4650:c19d:314b 2001:720:1e10:1007:a4f3:9f5b:bd82:9c52 2001:720:1e10:1007:a8fe:a919:c53c:68bb	13-11-12 14:10:09	04h:04m	

Roaming de la sesión

Ordenar por: hora 

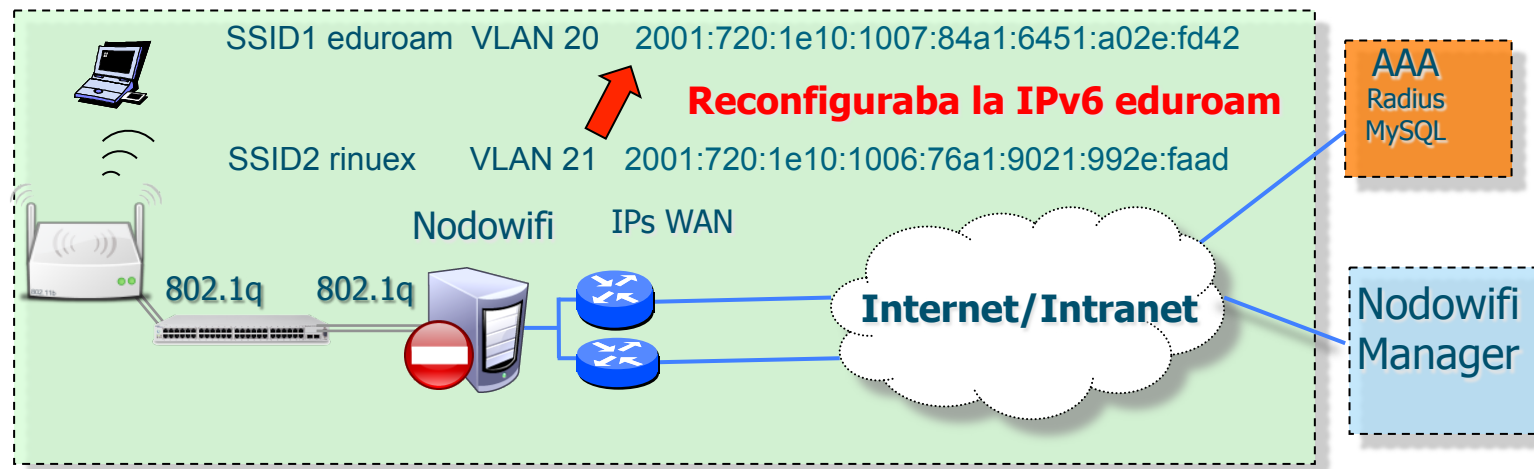
Paginar por: 100 items 

Items listados:8 -

Dispositivo	Interfaz	Inicio	Fin	Finalizada	Auth	Kbytes_Tx	Kbytes_Rx
nw_rinuex02	ETH_vlan1219	13-11-12 14:10:02	2012-11-13 18:15:02	0	0	0	0
nw_rinuex02	ETH_vlan1219	13-11-12 14:10:02	2012-11-13 14:10:02	99	0	0	0
PACCPOL02I	VAP_g_0_PACCPOL02I	13-11-12 14:10:02	2012-11-13 14:50:02	99	1	0	0
PACCPOL03I	VAP_g_1_PACCPOL03I	13-11-12 14:55:01	2012-11-13 15:00:03	99	1	0	0
PACCPOL02I	VAP_g_0_PACCPOL02I	13-11-12 15:05:01	2012-11-13 15:20:02	99	1	0	0
PACCPOL03I	VAP_g_1_PACCPOL03I	13-11-12 15:25:02	2012-11-13 15:30:02	99	1	0	0
PACCPOL10I	VAP_g_1_PACCPOL10I	13-11-12 15:45:02	2012-11-13 18:15:02	0	1	0	0
PACCPOL10I	VAP_g_1_PACCPOL10I	13-11-12 16:55:01	2012-11-13 17:35:02	99	1	0	0

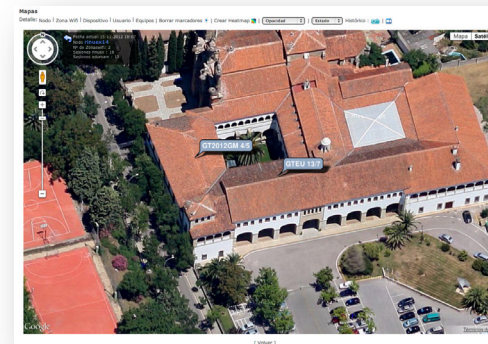
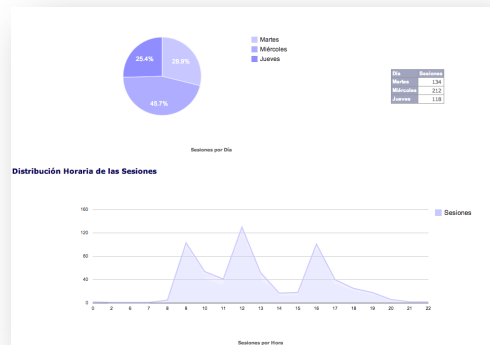
Pruebas: Salto de anuncios RA entre VLANs.

- ✓ Problema de salto de RA desde la VLAN del Portal Cautivo a la VLAN eduroam, **no al contrario**.
- ✓ Sólo se producía en la Escuela Politécnica (equipamiento 3Com del 2006), en los GT2012 OK.
- ✓ Problema similar identificado en la Universidad de Valencia y RedIris.
- ✓ Detectado sin asignación dinámica de VLANs.
- ✓ Decidimos dejar IPv6 sólo en eduroam hasta la renovación completa de los APs 3COM (sin fecha).



GT2012: ¿Qué paso?

- ✓ Los Grupos de Trabajo se celebraron con soporte Nativo IPv6.
- ✓ Los usuarios podían utilizar eduroam o portal cautivo indistintamente con IPv6.
- ✓ Algunos números:
 - 464 sesiones
 - 148 equipos distintos
 - 48% portal cautivo - 52% eduroam
 - **80% conectividad IPv6**



Conclusiones

- ✓ Satisfacción del equipo por el trabajo realizado.
- ✓ Curso intensivo de autoaprendizaje IPv6.
- ✓ Nodo 100% nuevo: SO actualizado, virtualizado y fácilmente replicable.
- ✓ La arquitectura software ha demostrado ser flexible adaptándose bien a IPv6.
- ✓ Coste Económico:
 - 19 euros (compra del dominio *nodowifi.org* para la maqueta).
 - Valor de las horas de ingeniería ¿€€€€€€€?.
- ✓ A día de hoy poco atractivo para los usuarios al no obtener un beneficio claro.
- ✓ Sin servicios IPv6 en la UEX.

Trabajos actuales y futuros del laboratorio WIFI

- ✓ Desplegar IPv6 en la red WIFI del resto de Centros remotos como nodos virtualizados.
- ✓ Nueva infraestructura de gestión de las máquinas virtuales, tanto de los servidores de AAA y nodos (a priori con OpenNebula).
- ✓ Estamos trabajando con Teldat para integrar la solución nodowifi en un router/switch i60 con micro PowerPC de doble núcleo y soporte Debian (colegios, bibliotecas...).



- ✓ Firma de un acuerdo con la UCO para que utilicen nodowifi adaptándolo a Wifidog.

