

Universidad de Málaga

Ingeniería de Comunicaciones

RED CI-RTI – Jornadas en Málaga, 6/7 Septiembre 2017



Quiénes somos



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

- **Universidad de Málaga → Grupo de investigación Ingeniería de Comunicaciones (GIC), TIC-102**
 - 33 doctores ingenieros de telecomunicación y 8 ingenieros de telecomunicación) y por personal con vinculación no-permanente (becarios, personal contratado,..., entorno a 25).
 - ‘Grupo de Excelencia’ por la Junta de Andalucía.
- **Mobile network optimization (MobileNet) team**
 - Origen: 2000-2003 – Centro de investigación de Nokia en el Parque Tecnológico en colaboración con la UMA
 - (2005-2007) Proyecto EUREKA/CELTIC : “GANDALF: Monitoring and self-tuning of RRM parameters in a multi-system network”
- **Self-healing/optimization and smart-city team**
 - Líneas de investigación:
 - >15 años de experiencia en gestión, resolución de problemas y optimización automáticas de redes de comunicaciones móviles (**Self-Organising Networks, SON**)
 - Investigación en **Smart-cities**



Quiénes somos



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

- **Self-healing/optimization and smart-city team [2017]**



R. Barco



E. Baena



I. de la Bandera



J. Mendoza



A. Herrera



S. Fortes



D. Palacios

Quiénes somos



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

- **Colaboraciones:**

- Compañías: **Nokia-Siemens, Alcatel-Lucent, Huawei, Telefónica, Indra, Ericsson...**
- PyMEs: Moltsen Intelligent Software, Innovati, Lynka...
- Red de investigación de excelencia ARCO5G (UMA, UPC, UC3M, UPV, UPM...) -
- Miembro activo de las acciones COST 2100, IC1004 e IRACON
- Proyectos y colaboraciones con la Universidad de Aalborg (Dinamarca), Braunschweig (Alemania), Chalmers (Suecia), Harokopio University (Grecia), ESIGETEL (Francia)...
- Amplia experiencia en participación en proyectos nacionales e internacionales

KPIs

Financiación para proyectos	3.530.463 €	Patentes	5
Erasmus Mundus (Australia, Nueva Zelanda)	1.188.350 €	Artículos (JCR)	40
		Congresos	>60
Tesis	5 (+2)	Capítulos de libro	4

Self-Organising Networks



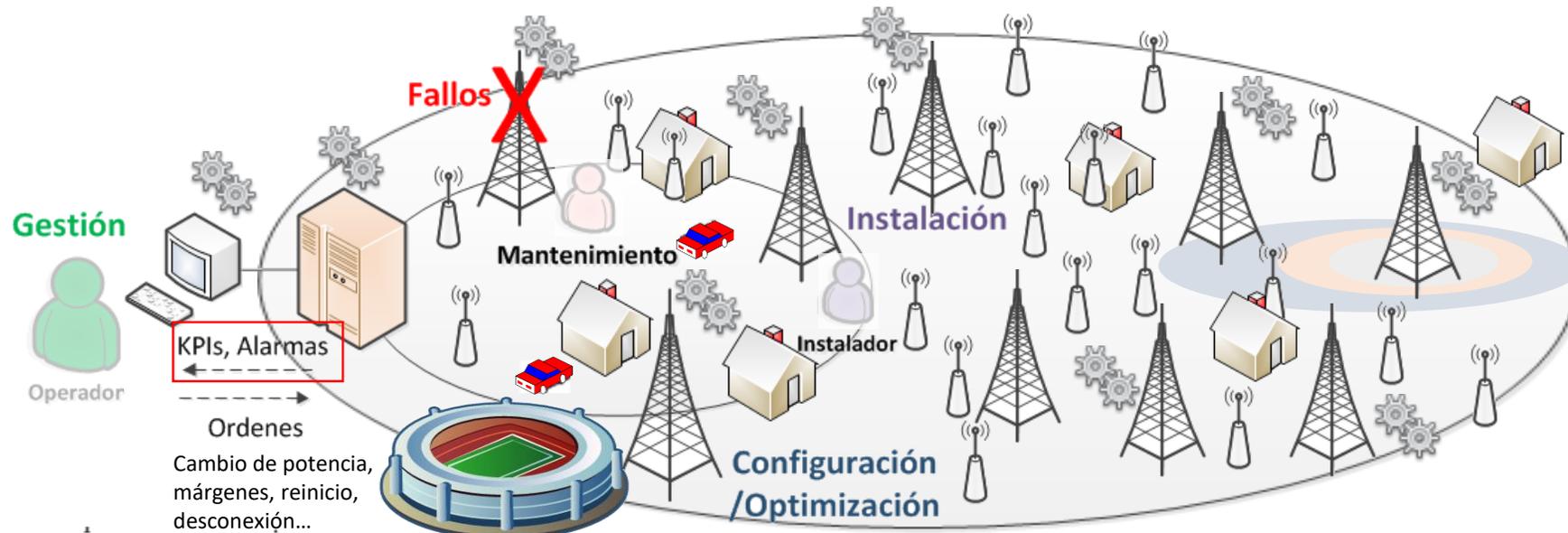
Self-Organizing Networks (I)



Redes auto-organizadas (SON)

- Gran complejidad de OAM → **Automatización**
- Impulsado por NGMN y 3GPP
- Reducción de costes + aumento de la eficiencia

- 3 funcionalidades principales
 - **Auto-configuración:** definición de los parámetros de red de un elemento al inicio del sistema
 - **Auto-optimización:** Re-configuración de parámetros de la red
 - **Auto-curación:** detección, diagnóstico, compensación y recuperación automática de fallos en la red.



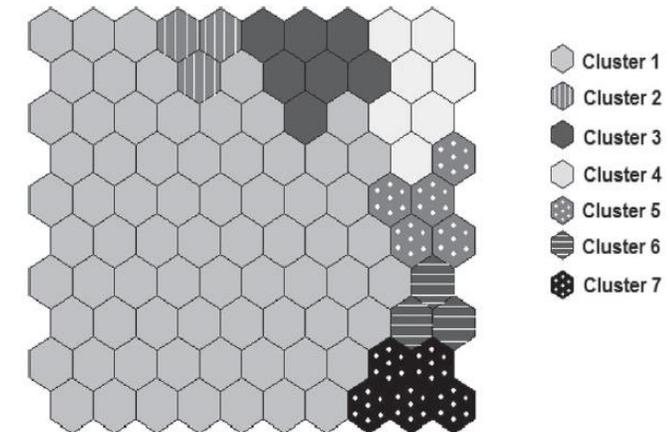
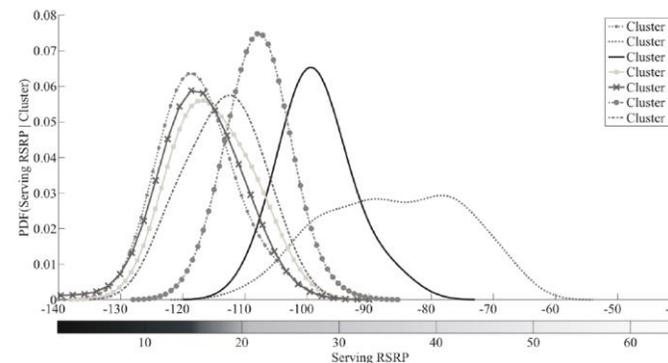
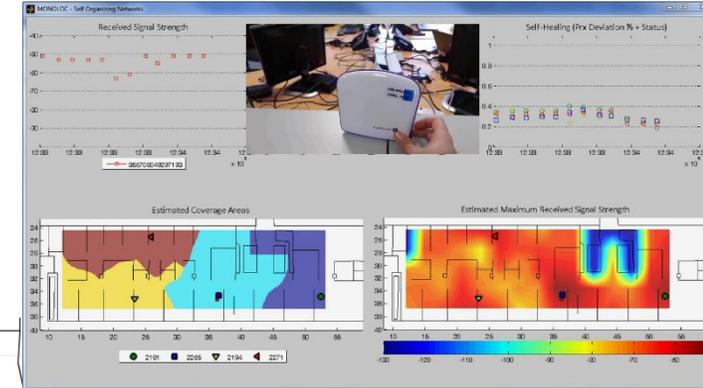
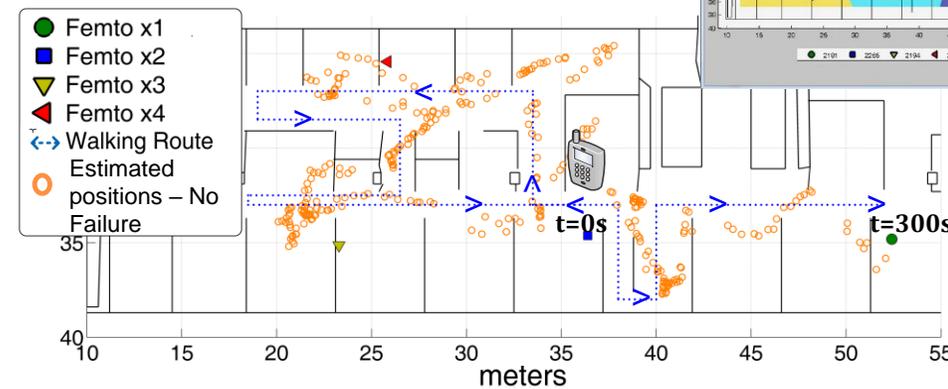
Proyectos anteriores

• MONOLOC

- Alcatel-Lucent, Innovati, UPM, UC3M.
- Plataforma Avanzada de gestión de redes Móviles y heterogéneas de nueva generación con localización de usuarios en interiores
- Combinación de SON y uso de localización

• Desarrollo de funciones SON para la detección y solución de fallos

- Ericsson
- Proyecto sobre múltiples facetas de SON: análisis de fallos, localización celular, análisis de trazas...



- **MONROE – OC2: eSON: Network Self-Optimization based on End-To-End measurements (inicio: Marzo 2017)**
 - Simula, IMDEA, Karlstadt Univ., Politécnico de Torino,
 - Modelado de red en testbed
 - Optimización E2E
 - Lectura de nodos de comunicaciones distribuidos globalmente y locales

- **ONE 5G: E2E-aware Optimizations and advancements for the Network Edge of 5G New Radio (inicio: Junio 2017)**
 - Nokia, AAU, Orange, Intel...
 - Información de contexto para la gestión de red
 - Optimización E2E en 5G
 - Tráfico **URLLC** (ultra-reliable low latency communication), **MTC** (Machine Type Communications)



MONROE



ONE 5G



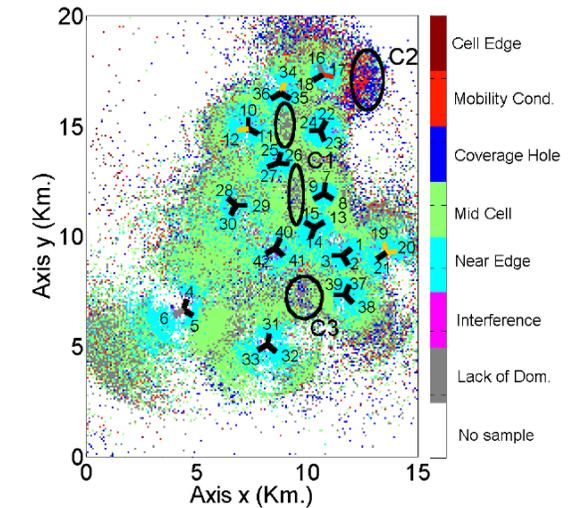
Self-Organizing Networks (II)



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

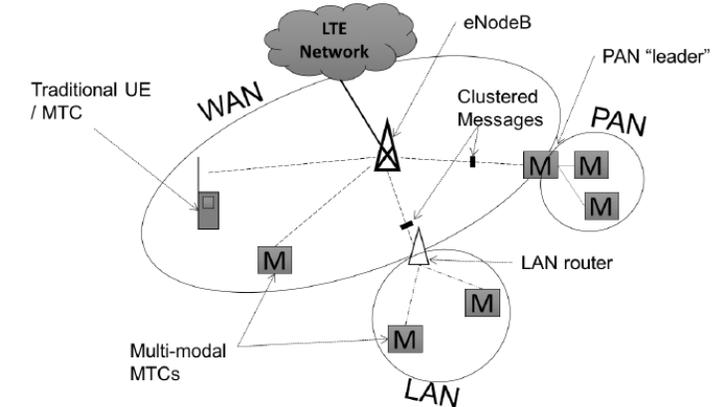
- **Sinergias**

- Adquisición del conocimiento
- Big Data Analytics: preparación de datos, algoritmos de procesado, ...
- Modelado estadístico
- Machine learning: Fuzzy logic, Bayesian Networks, correlators, decision trees, transform-based analysis, SOM (self-organizing maps), genetic algorithms,...
- Consideración de información de contexto para el análisis: e.g. posición, redes sociales.



- **Aplicación en redes de última generación (5G) íntimamente relacionadas con la comunicación en la smart cities (mega-city)**

- MTC (Machine Type Communications) y URLLC (Ultra-Reliable Low latency Communications)



Smart-Cities



Plataforma inteligente de gestión dinámica de flujos de tráfico (Enero a Noviembre de 2015 – Junta de Andalucía)

RECOPILOCIÓN DE INFORMACIÓN



Sensores



Cámaras



Smartphones



Induction loops, pneumatic detectors



Gestión

PROCESO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS



Mapas de tráfico (densidad, velocidad, eventos, etc.)



DECISIÓN



Planificación urbana



Información a tiempo real



Gestión dinámica del transporte público



Semáforos



Rutas sostenibles

INTERFAZ DE USUARIO

Sencilla e intuitiva

INFORMACIÓN TIEMPO REAL

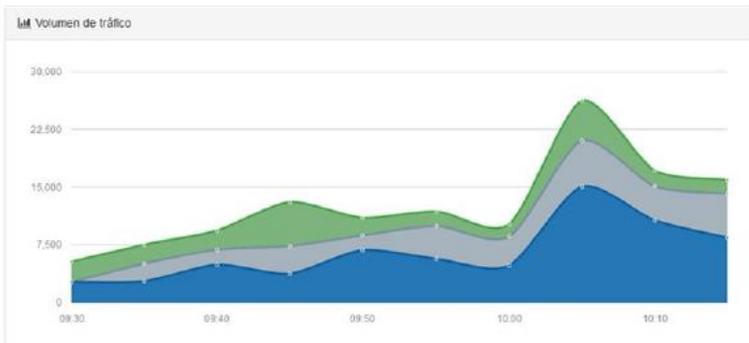
...

Inicio

**69**
Cámaras
[Ver detalles](#)

**65**
Disp. magnéticos
[Ver detalles](#)

**1**
Disp. neumáticos
[Ver detalles](#)



🔔 Notificaciones y sugerencias

- 📍 Desvío alternativo Hace 4 minutos
- 🚨 Incidencia Hace 12 minutos
- ✅ Circulación fluida Hace 27 minutos
- 🚗 Tráfico intenso Hace 42 minutos
- 🚨 Incidencia 11:32

[Ver todas las alertas](#)

Intensidad del tráfico

🔍 Buscar

Tipo de entrada: Frecuencia (segundos):

Desde: Hasta: Precisión de las fuentes (%): 🔍

Resultados: [Descargar](#)

🔍 Buscar...

Arco	Fecha	Intensidad (vehil)	Ocupación (%)	IST
418336308 - 418336384	05/10/2015 00:00:00	478,00	3,30	11
2094166157 - 2094166159	05/10/2015 00:00:00	376,00	1,65	0
418336308 - 418336384	04/10/2015 23:00:00	467,00	3,20	9
2094166157 - 2094166159	04/10/2015 23:00:00	550,00	2,04	5
418336308 - 418336384	04/10/2015 22:00:00	520,00	3,55	14
2094166157 - 2094166159	04/10/2015 22:00:00	626,00	4,46	21
418336308 - 418336384	04/10/2015 21:00:00	445,00	3,14	7
2094166157 - 2094166159	04/10/2015 21:00:00	611,00	4,42	21
418336308 - 418336384	04/10/2015 20:00:00	424,00	2,64	0

Procesado de cámaras

- Sistema de conteo eficiente en baja resolución, lluvia, etc.

REF: J. I. Engel, J. Martín and R. Barco, "A Low-Complexity Vision-Based System for Real-Time Traffic Monitoring," in *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 18, no. 5, pp. 1279-1288, May 2017.

CÁMARAS

Software sencillo para el procesado de múltiples cámaras de tráfico en tiempo real

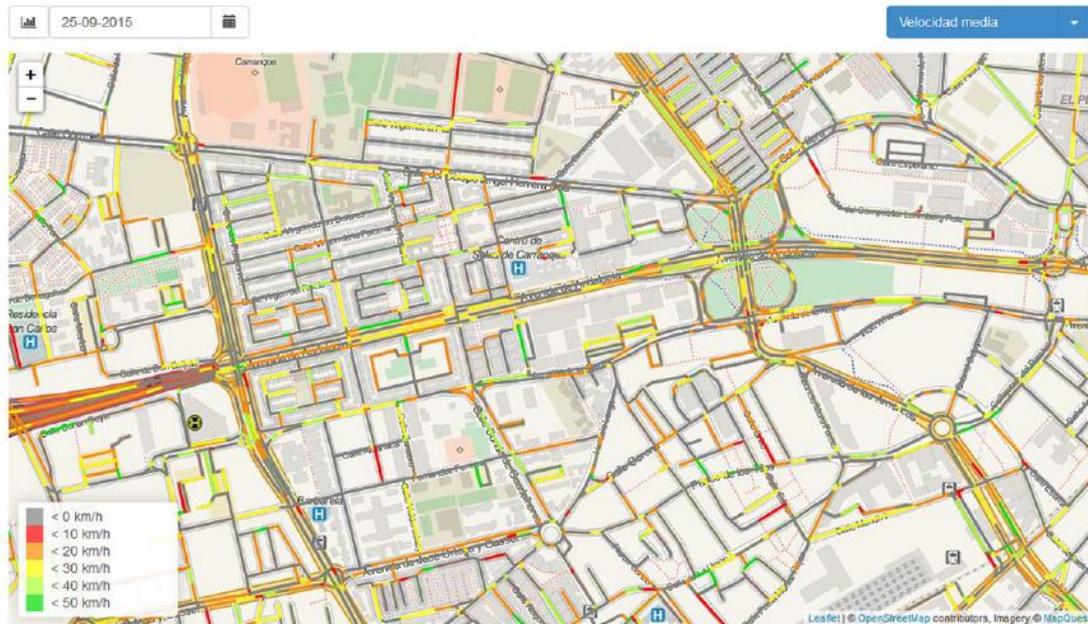
```
CMUser@anga4D:~/Desktop/Aplicacion_video_v7/configura
1
Introduzca la ruta del fichero de video:
C:/videos_málaga/1.mso
Abriendo fichero de video...
Marque los 4 vertices de la region de referencia.
Punto 1: x = 77, y = 7
Punto 2: x = 148, y = 7
Punto 3: x = 142, y = 58
Punto 4: x = 23, y = 57
Pulse cualquier tecla...
¿Cuántas espiras virtuales desea configurar?
1
Espira 1. Introduzca los parametros...
Introduzca ID del primer nodo para esta espira:
1234
Introduzca la ID del segundo nodo para esta espira:
5678
Marque los 4 vertices de la espira virtual en la imagen.
Cuidado! Dibuje primero la region de entrada y luego la de salida...
Punto 1: x = 232, y = 382
Punto 2: x = 248, y = 387
Punto 3: x = 234, y = 429
```



Planteamiento urbano

- Agilidad toma de decisiones con planes de movilidad más adecuados con la realidad.
- Presentación de la información de forma gráfica.
- Análisis adaptable.

Cartografía estadística



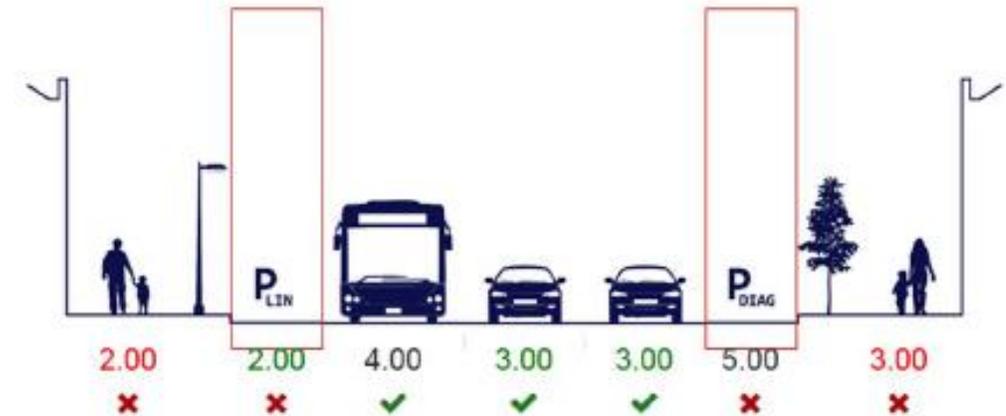
SECCIONES VIARIAS

Herramienta para el diagnóstico y evaluación de las vías a través de un análisis tipológico y dimensional

Secciones parciales

Calle Héroe de Sostoa - 373389037

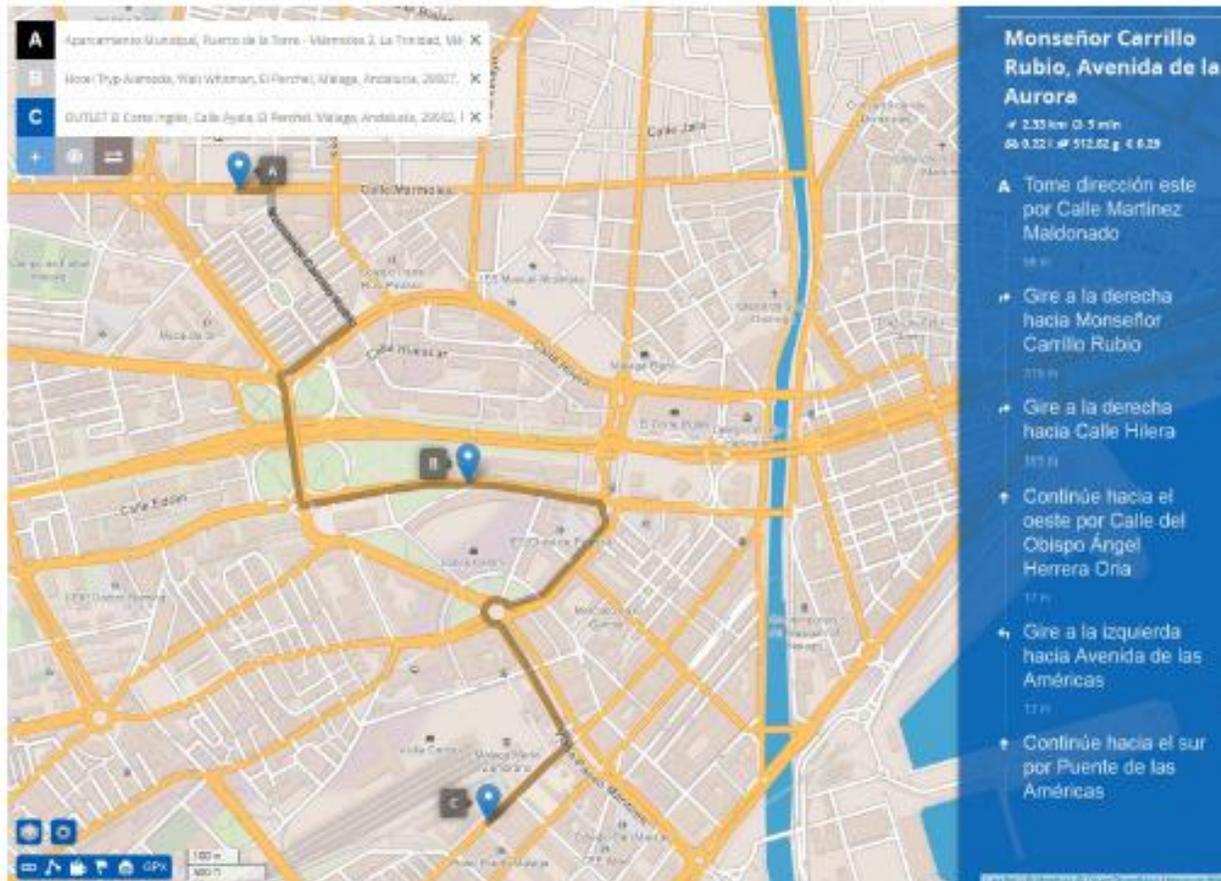
Vía primaria



- El módulo de acera derecha tiene un ancho menor que las dimensiones establecidas. Se recomienda una reconfiguración de la sección para ampliarlo.
- El módulo de aparcamiento derecho no está contemplado en la clasificación jerárquica actual de esta vía.
- El módulo de aparcamiento derecho cumple con las dimensiones recomendadas.
- El módulo de carril nº2 cumple con las dimensiones recomendadas.
- El módulo de aparcamiento izquierdo no está contemplado en la clasificación jerárquica actual de esta vía.
- El módulo de acera izquierda tiene un ancho menor que las dimensiones establecidas. Se recomienda una reconfiguración de la sección para ampliarlo.

VISOR DE RUTAS

Planificación de rutas de acuerdo a múltiples objetivos y visualización del tráfico en tiempo real



Monseñor Carrillo Rubio, Avenida de la Aurora
2.33 km (3.3 min)
9.22 l # 512.52 g € 6.28

- ▲ Tome dirección este por Calle Martínez Maldonado (18 m)
- ➔ Gire a la derecha hacia Monseñor Carrillo Rubio (218 m)
- ➔ Gire a la derecha hacia Calle Hilerá (102 m)
- ➔ Continúe hacia el oeste por Calle del Obispo Ángel Herrera Oria (17 m)
- ➔ Gire a la izquierda hacia Avenida de las Américas (11 m)
- ➔ Continúe hacia el sur por Puente de las Américas

CICLOS SEMAFÓRICOS

Herramienta para la generación de nuevos planes semafóricos de una región dada teniendo en cuenta el tráfico medido

Ordenación del tráfico

En esta sección podrán subir sus optimizaciones de los planes semafóricos de una región a especificar de acuerdo a las demandas de tráfico recogidas por las fuentes de información de la plataforma.

Dentro de la tarea

Región: 36.7127 -4.4208; 36.7101 -4.4200

Desde: 01-10-2015 08:00

Hasta: 05-10-2015 21:00

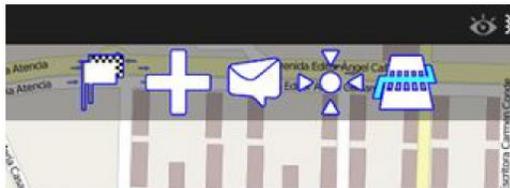
Enviar

Tareas en curso

Región	Inicio periodo	Fin periodo	Fecha envío	Estado	Salida	Cancelar
36.7176 -4.4076; 36.7127 -4.4518	07/10/2015 09:00:00	08/10/2015 08:00:00	18/10/2015 17:43:44	FINALIZADA		
36.7133 -4.4294; 36.7116 -4.4274	05/10/2015 09:00:00	06/10/2015 08:00:00	16/10/2015 17:29:27	FINALIZADA		
36.7133 -4.4294; 36.7116 -4.4274	05/10/2015 09:00:00	06/10/2015 08:00:00	14/10/2015 17:29:27	EJECUCION		
36.7214 -4.4307; 36.7100 -4.4288	05/10/2015 09:00:00	06/10/2015 08:00:00	15/10/2015 15:55:48	FINALIZADA		
36.7101 -4.4762; 36.7101 -4.4626	24/09/2015 09:59:00	25/09/2015 23:59:00	21/10/2015 12:05:05	FINALIZADA		

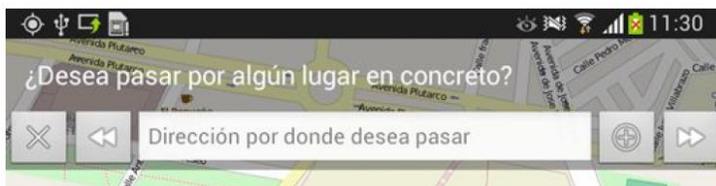
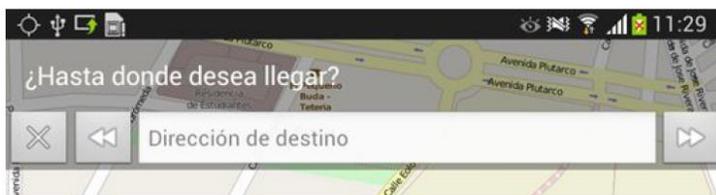
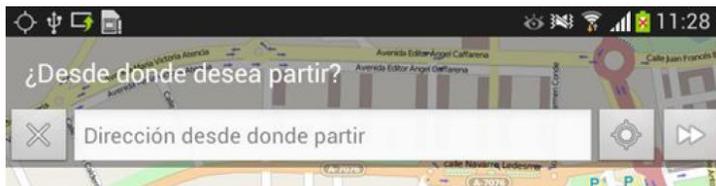
ALMA (1 Sept 2013 – 28 Feb 2017): rutas accesibles y puntos de interés para personas con movilidad reducida

- Equipo multidisciplinar: Informática, Teleco, arquitectura, Ing. Industrial



Aplicación para el cálculo de rutas accesibles:

- Uso de aceras
- Uso de paso de peatones
- Rutas para evitar obstáculos:
 - Escaleras
 - Pendientes de las calles
 - Pavimento en mal estado
 - ...



ALMA: rutas accesibles y puntos de interés para personas con movilidad reducida.

Puntos de interés para el usuario:

- Aparcamientos para personas con movilidad reducida
- Servicios adaptados
- ...



Tipos de representación:

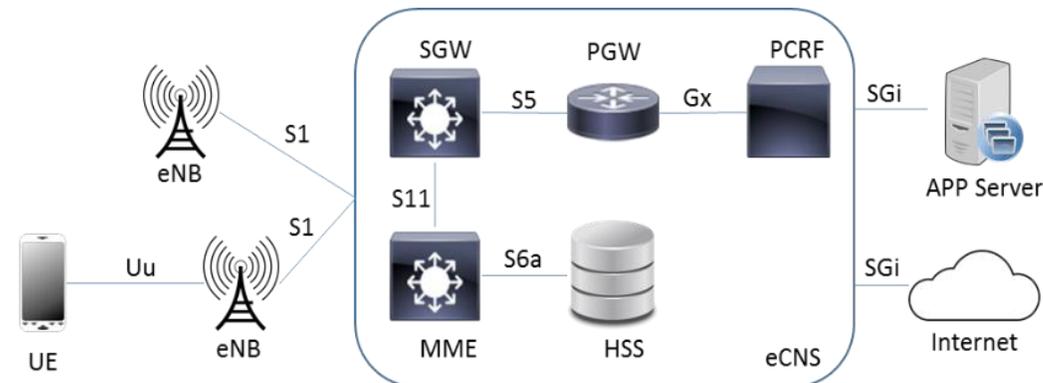
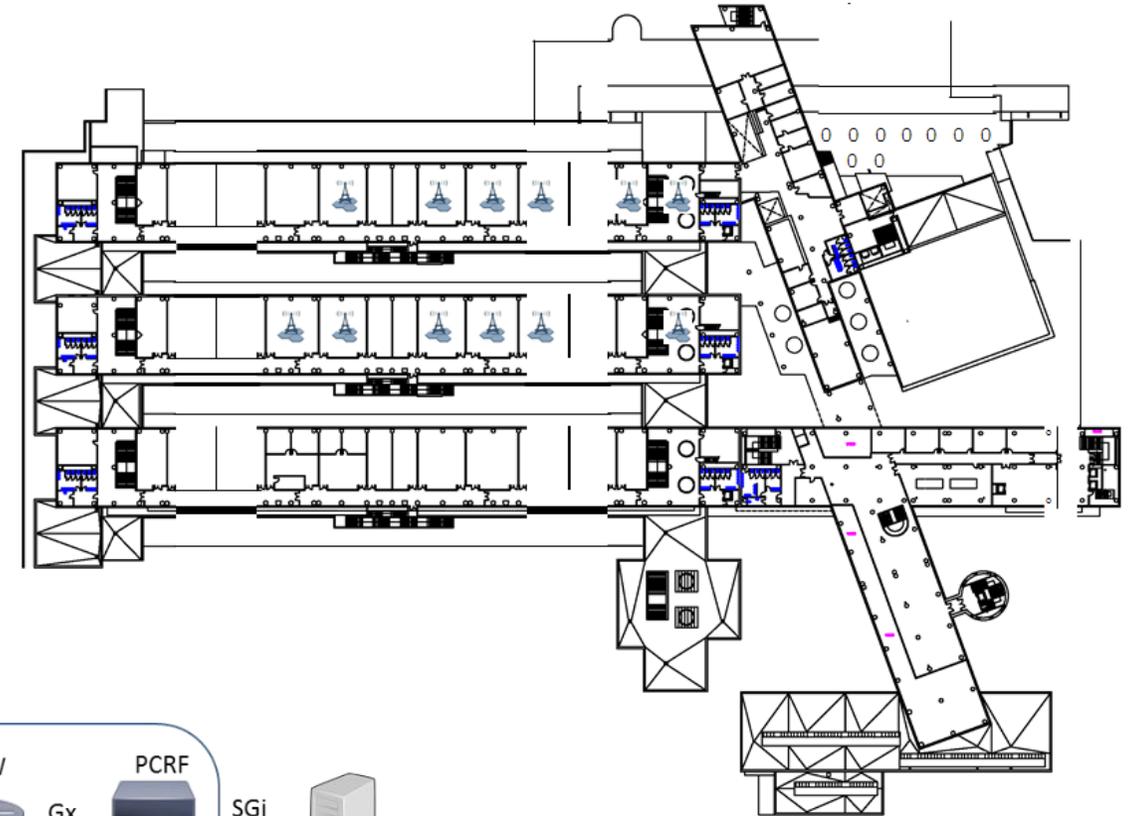
- 2D sobre el mapa
- Realidad aumentada

Infraestructuras



Smart-cities: UMAHetNet

- **UMAHETENET: Red LTE/WiFi indoor completamente configurable**
 - 12-pico cell BTS3911B fully reconfigurable LTE/Wi-Fi mobile network
 - eCNS: HSS, MME, S-GW, P-GW, PCRF
 - 14 smartphones
 - Drive Test terminals
 - Indoor environment
- Posibilidad de analizar diferentes escenarios
- API para “testbed-as a service” en fase preliminar.





- **Red heterogénea y multi-tecnología de dispositivos IoT** (sensores, cámaras, teléfonos, etc.) para ser desplegada en el campus de la Universidad → en fase de licitación.
- Presupuesto aprox.: 320000 euros
- 50-150 IoT nodes, MTC nodes: sensors, cameras, actuators
- Multi-RAT (TBC): WiFi, LoRa, Sigfox, LTE, NB-IoT.
- Red para la interconexión de los dispositivos y la plataforma de gestión

• Elementos (TBC)

Actuadores	100-1000 actuadores:: luces, calefacción, agua
Comunicaciones	LTE, LoRa, SigFox, WiFi, Zigbee...
Repetidores	> 5
Plataforma para el análisis de datos	<ul style="list-style-type: none">• Datos abiertos• Herramientas de estadísticos y big data• Herramientas de visualización
Plataforma de gestión	<ul style="list-style-type: none">• Configuración remota• Monitorización• Autenticación• Gestión de fallos• Base de datos

Sensores	500-3000 sensores: <ul style="list-style-type: none">• Nivel de ruido• Calidad del aire (CO2, NO2, SO2, O3, PM10, VOC...)• Presencia, Luz, Parking• Medio (temperatura, lluvia, dirección y velocidad del viento, humedad, radiación solar, etc.)• Agricultura de precisión (temperatura y humedad del suelo, composición ...)• Tráfico• Consumo de agua, eléctrico• Gestión de residuos• Monitorización de vehículos• Wearables
Otras fuentes	<ul style="list-style-type: none">• 5-20 cámaras• RFID:• > 10 smartphones y terminales para drive test

Conclusiones



Conclusiones



- Experiencia directa en el ámbito.
- Grandes sinergias con la investigación en comunicaciones móviles.
- Infraestructuras de investigación abiertas a su uso por los miembros de la red.

¡Gracias por su atención!





UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

