



Sostenibilidad e Inclusión Social  
**Cuaderno Red de  
Cátedras Telefónica**



VNIVERSITAT  
DE VALÈNCIA

## TICs para Energía y Tráfico sostenibles

Cátedra Telefónica de la Universitat de València

Trabajo realizado con el apoyo de la “Cátedra Telefónica TICs para la Sostenibilidad e Inclusión Social” de la Universitat de València

D. Román, C. Asensio, J. Torres, G. Martínez, J. J. Martínez,  
R. Cirilo, B. Beferull  
Abril 2012

## Biografías



### Daniel Alonso Román

Es Ingeniero Superior de Telecomunicaciones por la Universidad Politécnica de Madrid, y ha desempeñado el cargo de Jefe de proyectos y Director comercial en diversas empresas en el ámbito de las comunicaciones y las nuevas tecnologías. Obtuvo el MSc. in Advanced Sciences of Modern Telecommunications por la Universidad de Valencia en 2011. Actualmente está realizando los estudios de doctorado en el Grupo de Sistemas de Información y Comunicación, participando en el Proyecto Europeo Hydrobionets, trabajo pionero en la gestión de plantas de tratamiento de aguas mediante redes inalámbricas de sensores BioMem.



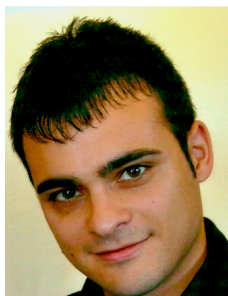
### César Asensio Marco

Es Ingeniero superior en Informática y MSc. in Advanced Sciences of Modern Telecommunications por la Universidad de Valencia. Investigador pre-doctoral desde 2007 dentro del Grupo de Sistemas de Información y Comunicaciones. Autor y coautor de varios artículos relacionados con redes inalámbricas de sensores y lógica reconfigurable.



### Prof. José Torres País

Es Ingeniero en Electrónica, Doctor Ingeniero en Electrónica por la Universidad de Valencia y miembro del Departamento de Ingeniería Electrónica de la misma Universidad e investigador del Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN). Sus campos de investigación son los sistemas en tiempo real basados en dispositivos reprogramables, las redes de sensores de bajo consumo con tecnologías SoC y las aplicaciones médicas basadas en tecnología nuclear. Ha participado, como coordinador o investigador en más de 15 proyectos de investigación, tanto nacionales como internacionales, habiendo realizado múltiples publicaciones en estas áreas.



### Guillermo Martínez Baixauli

Ingeniero en Electrónica y Máster en Ingeniería Electrónica por la Universidad de Valencia. Estudiante de doctorado desde 2011 y actualmente Ingeniero de investigación en Cute Center en el IDMI de la NUS en Singapur. Autor y coautor de varios libros y artículos relacionados con redes de sensores y lógica reconfigurable.



### Prof. Juan José Martínez Durá

Es licenciado y doctor en Física, en la especialidad titular de la Escuela Superior de Ingeniería Informática. Desde el 1990 ha centrado su investigación en el desarrollo y aplicación de las TIC al campo del tráfico y la seguridad vial y a los sistemas de gestión e intercambio de información. Es autor o coautor de más de 60 publicaciones nacionales e internacionales. Ha dirigido más de 75 proyectos relacionados con las TIC de diferente naturaleza, tanto en Programas Marco de la Unión Europea, como a través de contratos de transferencia tecnológico con empresas y administraciones. Director del IRTIC de 2006 al 2010. Presidente y socio fundador de la empresa ESAM Tecnología S.L. Galardonado con el premio del Consejo Social de la Universidad de Valencia en la modalidad de Investigación y Desarrollo en 2009.



### Prof. Ramón Vicente Cirilo Gimeno

Recibió la licenciatura en Física por la Universidad de Valencia, Valencia, España, en 1993. Actualmente es Profesor Asociado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Valencia (2002), y miembro del grupo de investigación en el LISITT IRTIC (1992). Ha participado tanto en proyectos internacionales (ARTIS, SERTI, ARTES, GRASP, etc.) como nacionales de investigación.





### Prof. Baltasar Beferull Lozano Director Cátedra Telefónica

Licenciado (Premio Extraordinario) en Ciencias Físicas por la Universidad de València y Dr. Ingeniero de Telecomunicación, obteniendo el BSc., MSc. y PhD. in Electrical Engineering en University of Southern California (Best PhD Thesis Award). Ha sido Investigador Senior en AT&T Shannon Labs (AT&T Bell Labs anteriormente), y profesor en la School of Computer and Communication Sciences de la EPFL (Suiza). Experiencia extensa en proyectos de I+D en EE.UU., Proyectos europeos (FP6, FP7), más de 20 proyectos nacionales en Suiza y España, incluyendo un proyecto Consolider (COMONSENS). Ha publicado más de 80 publicaciones técnicas, además de 2 patentes. Ha impartido seminarios y cursos en más de 40 instituciones internacionales, pertenece a los Comités Técnicos de varias conferencias internacionales relevantes, y es revisor oficial de la Comisión Europea para proyectos relacionados con TICs, de la NSF de EE.UU y de la NSF de Qatar. Premio IDEA de la Generalitat Valenciana, Senior Member del IEEE, Director de la Cátedra Telefónica y Profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Áreas de investigación: Procesado general de información y señales, Comunicaciones y procesado distribuido para redes inalámbricas, Codificación y Diseño cross-layer para sistemas modernos de comunicaciones y Redes inalámbricas de sensores.





# Cuaderno Red de Cátedras Telefónica TICs para Energía y Tráfico Sostenibles

# Índice

1. Introducción
2. Diseño e Implementación de Redes de Sensores para monitorización ambiental
3. Eficiencia energética mediante Inteligencia Distribuida en Redes de Sensores
4. Redes y Sistemas de Información para el Tráfico Sostenible
5. Campus Sostenible - Universitat de València
6. Referencias

# 1. Introducción

Aunque el concepto de sostenibilidad suele utilizarse mayormente en el ámbito de la ecología, es posible extenderlo a muchos otros entornos, tanto de ámbito biológico como de ámbito tecnológico. El concepto de sostenibilidad se entiende como el equilibrio de una entidad (tecnológica o de cualquier otro tipo) con los recursos de su entorno. Por extensión, se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación del mismo. Un ejemplo típico es el uso de la madera proveniente de un bosque: si la tala es excesiva el bosque desaparece; si se usa la madera por debajo de un cierto límite siempre hay madera disponible. En el último caso la explotación del bosque es sostenible o sustentable.

Uno de los factores a tener en cuenta, cuando se estudia un sistema desde el punto de vista de la sostenibilidad es que cuando se excede el límite de la sostenibilidad, es más fácil seguir aumentando la insostenibilidad que volver a ella.

En el ámbito de los sistemas tecnológicos, un recurso común a todos ellos es el de la energía. La energía es un recurso limitado en todo sistema y existe un coste asociado para generarla. Por lo tanto, es de vital importancia generar sistemas que incluyan componentes tanto hardware como software que permitan un uso eficiente de la energía, logrando sistemas sostenibles o de bajo consumo.

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) suponen una herramienta clave para contribuir hacia una sociedad sostenible con baja huella de carbono, y ayudar a progresar hacia los objetivos de la Europa 2020 en clima y energía. Las TICs pueden ayudar a re-estructurar la demanda de energía de la sociedad, reducir sustancialmente el consumo energético, y como consecuencia las emisiones de CO<sub>2</sub>, en particular, a través del diseño de las Smart cities, Smart Energy Grids, Infraestructuras y Edificios inteligentes, Centros de Datos eficientes, etc.



## 2. Diseño e Implementación de redes de sensores para monitorización ambiental

En la actualidad existe una gran variedad de sistemas para realizar la monitorización de sensores. En el ámbito de las aplicaciones comerciales ocurre que los sistemas que se encuentran en el mercado no tienen suficientes prestaciones, son caros, no cubren los requisitos específicos que se necesitan y tienen un consumo excesivo. Por lo tanto, no son aconsejables para desarrollos donde la **sostenibilidad energética** es un factor muy importante. El diseño de una nueva plataforma hardware tiene como finalidad la personalización del sistema, el cual dispone de unas características que otros no presentan. Éstas son, la posibilidad de ser reconfigurables, incluso dinámicamente, la modularidad hardware y un **bajo consumo**. Esto permite adaptarse a cualquier aplicación, ajustando el precio al máximo. Además, este sistema dispone de un núcleo de altas prestaciones, como es una FPGA [1] de Xilinx [2], pudiéndose implementar en ésta uno o varios procesadores utilizando un único chip sin tener una penalización en el consumo.

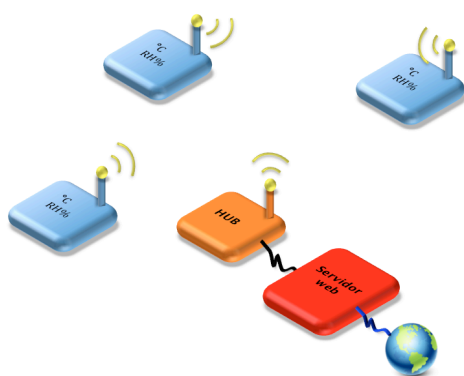


Figura 1. Visión general del sistema.

El núcleo del sistema recoge la información que proviene de una serie de dispositivos electrónicos de bajo consumo de pequeñas dimensiones que habitualmente se denominan motas. Están basadas en la tecnología inalámbrica CyFi [3] de Cypress, y disponen cada una de ellas de un microcontrolador reconfigurable de bajo coste, que integra bloques analógicos y digitales, reduciendo electrónica y, por lo tanto, coste y espacio.

Cada mota dispone de un sensor de temperatura y humedad, pudiéndose conectar cualquier otro tipo de sensor de una manera sencilla y sin cambios hardware.

El núcleo principal del sistema (Figura 1) actúa también como servidor web, recogiendo los datos obtenidos por los sensores. Este elemento integra internamente una serie de algoritmos de tratamiento y procesado de datos que permiten la consulta de lo que está ocurriendo en la red de sensores a través de cualquier dispositivo conectado a internet. El sistema desarrollado también dispone de un software para monitorizar y almacenar los datos recogidos por los sensores de forma local. Este sistema se ha probado en las cámaras frigoríficas de post-cosecha que se tienen en las instalaciones del Instituto Valenciano de Investigación Agraria (IVIA) [4].

El **objetivo** principal es pues crear un sistema formado por dos partes, una compuesta por una **red inalámbrica de sensores de bajo consumo**, de pequeñas dimensiones, autónomos, que permitan comunicarse a largas distancias y que midan temperatura, humedad y cualquier otra variable necesaria. La otra parte estará compuesta por una plataforma, actuando como **procesador y servidor web**, el cual sea capaz de tomar decisiones, ejecute los algoritmos y recoja la información de los sensores.

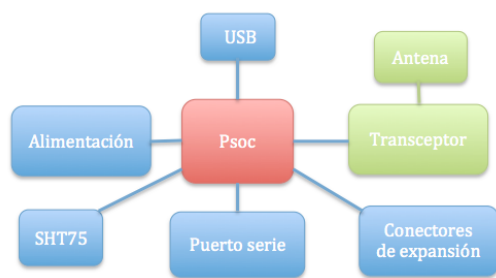


Figura 2. Diagrama de bloques de la mota.

El **sistema es robusto y eficiente energéticamente**, ya que, ajusta la potencia de transmisión a la mínima necesaria, siempre siguiendo un compromiso entre fiabilidad y ahorro energético. Los sensores se alimentan con pilas AAA, lo que le proporciona una vida de meses, ya que, además del bajo consumo de CyFi, los sensores permanecen la mayor parte del tiempo en reposo, sólo utilizando la energía justa para enviar cada cierto tiempo un dato al nodo coordinador. El nodo coordinador tiene un mayor consumo al estar constantemente en “escucha” y por ello se alimenta a través del servidor. En lo que respecta a la plataforma del servidor web (Figura 3), esta está gestionada por una FPGA Spartan 3A700 de Xilinx. En ella se ha implementado un microprocesador que permite utilizar una gran cantidad de librerías para el control de periféricos y optimizar cada instrucción utilizada.

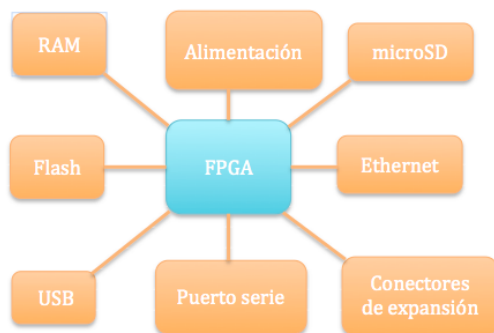


Figura 3. Diagrama de bloque del servidor web

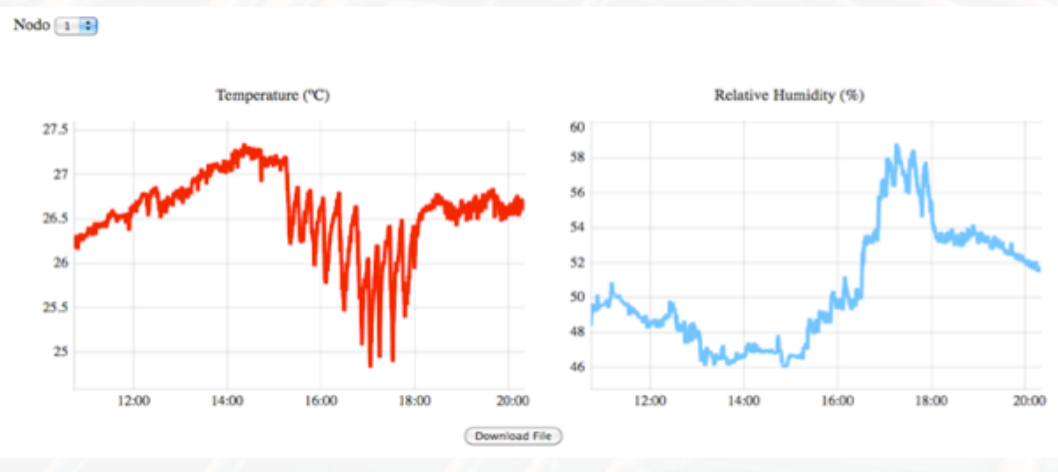


Figura 4. Página web.

Además, la plataforma dispone de una memoria Flash de 32 MB, para almacenar de forma estática la página web, 16 MB de memoria RAM DDR2 a 125 MHz para dar fluidez al sistema, puerto serie, USB y lector de tarjetas microSD. El consumo medio de la plataforma es de 1W aproximadamente.

A esta plataforma se le conecta el nodo coordinador mediante puerto serie, recogiendo todos los datos de los sensores, procesándolos y almacenándolos para una posterior consulta del usuario a través de la página web recargada en su memoria interna.

Se trata de una página web muy sencilla y básica (Figura 4), formada por, un par de gráficas y un selector del número de sensor, además permite almacenar los datos obtenidos en cada sensor.

Los costes estimados en prototipo del servidor web está sobre los 120€ y el coste en prototipo de cada mota está sobre 20€.

Además, cabe destacar que el servidor web está ajustado a las medidas de carril DIN de 4 módulos para poder integrarlo en sistemas industriales y en hogares como en instalaciones domóticas.

El resultado ha sido un sistema de grandes prestaciones, con reducidas dimensiones, bajo coste y bajo consumo. Este sistema permite monitorizar una serie de nodos durante días tomando una gran cantidad de datos.



# Cuaderno Red de Cátedras Telefónica

## TICs para Energía y Tráfico Sostenibles

El diseño del hardware, tanto para las motas (Figuras 5), como para la plataforma web (Figura 6), son sistemas donde sus mayores características son: el precio, el tamaño, el consumo, la modularidad y sus prestaciones.

La reconfigurabilidad hace de este sistema una opción flexible a la que pueden introducirse fácilmente cambios y así adaptarse a otras un gran abanico de aplicaciones. El coste hace que sea un sistema interesante y fácilmente amortizable. El bajo consumo permite utilizarlo en instalaciones sostenibles, tan importante hoy en día. El sistema permiten ejecutar y procesar gran cantidad de datos y ofrece la posibilidad de ampliar la funcionalidad, conectando pasarelas hacia otros protocolos o sistemas. Finalmente, el tamaño se ajusta a los estándares industriales del mercado.

Esto lo hace un sistema aprovechable para otro tipo de aplicaciones como, realizar auditorías energéticas, utilizando este mismo sistema y adaptando un módulo medidor de energía eléctrica. Utilizando como base este sistema se pueden desarrollar aplicaciones de controles biométricos o sistema central de un sistema.

Este trabajo nace del proyecto nacional con referencia: RTA-2007-00029-C02-02.

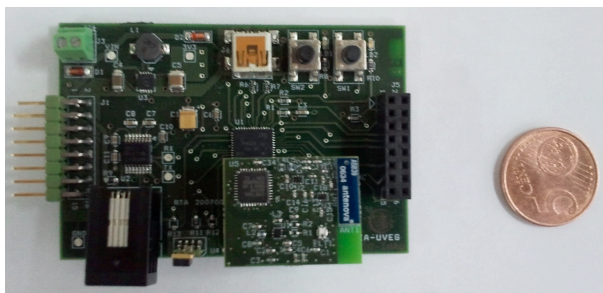


Figura 5. Diseño hardware de la mota

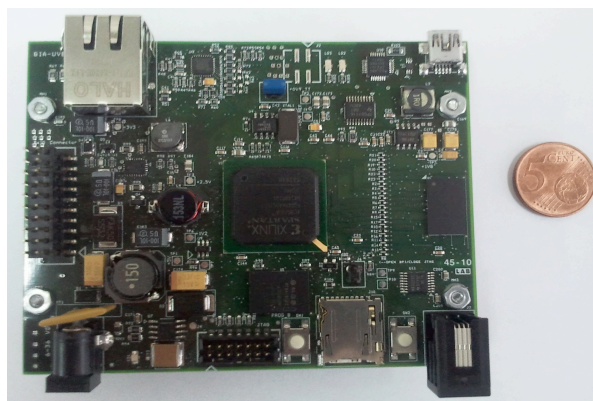


Figura 6. Diseño hardware del servidor web

### 3. Eficiencia energética mediante Inteligencia Distribuida en Redes de Sensores

Las redes de sensores inalámbricos suponen un enfoque alternativo a los métodos tradicionales de adquisición de datos y procesamiento de la información. A diferencia de otras redes, habitualmente compuestas por equipos de propósito general, las redes de sensores inalámbricos están formadas por nodos mucho más sencillos en cuanto a capacidad de procesamiento y almacenamiento, y que consiguen realizar tareas relativamente complejas mediante la colaboración, generalmente inalámbrica, entre ellos. En este sentido, representan un claro ejemplo de inteligencia distribuida, en el que la red, como un ente inteligente, es capaz de llevar a cabo tareas que sus componentes individuales no podrían por sí solos. Además, dichos nodos habitualmente son capaces de interactuar con el entorno, midiendo o controlando parámetros físicos, tales como humedad, temperatura, luminosidad, etc..., siendo por tanto muy útiles para multitud de tareas de monitorización.

Las aplicaciones que este tipo de redes ofrecen son numerosas, pudiéndose citar entre las más significativas el control y seguimiento del entorno y la biodiversidad, prevención o ayuda en desastres naturales, supervisión y mantenimiento preventivo de instalaciones industriales, etc. ...

Una característica importante de este tipo de sensores es su eficiencia energética, en el sentido de que se trata de dispositivos de muy bajo consumo, dada la sencillez de los mismos, y cuyas aplicaciones están habitualmente diseñadas para llevarlos al estado de reposo en cuanto sea posible.

Debido a estas características y a su flexibilidad, este tipo de redes ha supuesto el inicio de toda una serie de estudios, tanto en el ámbito de la investigación y la ingeniería, destinados al diseño e implementación de algoritmos distribuidos que aprovechen al máximo las posibilidades de este tipo de sensores y minimicen el consumo energético. En el Grupo de Sistemas de Información y Comunicaciones (GSIC) se está trabajando en esta línea, diseñando algoritmos para la realización de tareas globales de forma distribuida, y que a su vez supongan un avance en cuanto a la eficiencia y rendimiento de los mismos.

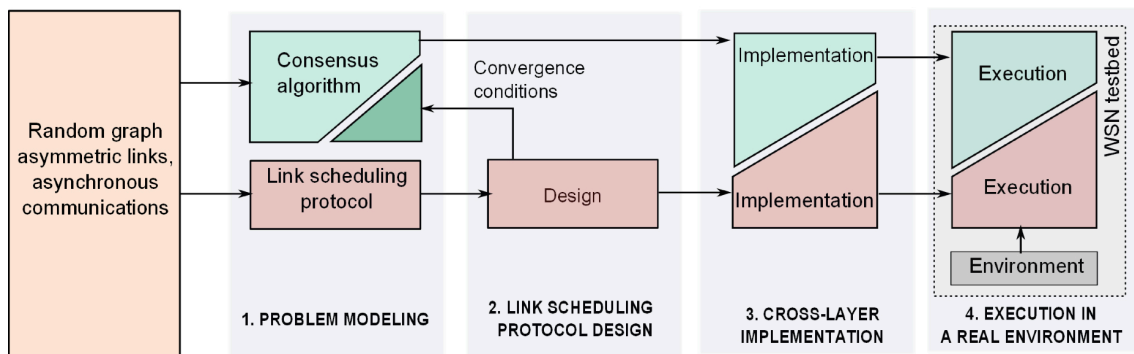


Figura 7. Diagrama de Bloques para el diseño de un Protocolo de Consenso en media

Algunas de las líneas de investigación relacionadas con la eficiencia energética son las siguientes:

- Diseño de protocolos de acceso al medio (MAC) inalámbrico [7], específicos para cada aplicación, de tal manera que se minimice el tiempo de realización de la misma, disminuyendo el número de colisiones con el consiguiente ahorro energético, la metodología se puede observar en la Figura 7.
- Diseño de algoritmos eficientes energéticamente para el consenso distribuido [6] [8], evitando el uso centralizado de algoritmos, reduciendo congestión y evitando la necesidad de utilizar complejos protocolos de enrutado, simplificando las aplicaciones y permitiendo un ahorro de energía debido al menor número de operaciones. Estas redes pueden realizar tareas de inteligencia distribuida, en el cual, partiendo cada nodo de valores iniciales diferentes y mediante el intercambio local de información se llega a un valor de consenso final u otro tipo de decisión global.
- Detección distribuida de eventos en grandes redes [5], al igual que en el punto anterior dispositivos sencillos, mediante la utilización de simples operaciones e información local, son capaces de realizar tareas que en la mayoría de sistemas requieren complejas operaciones y altos consumos energéticos.
- Uso de redes de sensores como radios cognitivas [9] para la obtención de información acerca del espectro y la detección de usuarios primarios.
- Asimismo, se realizan también implementaciones prácticas de los algoritmos mencionados, desarrollando test-beds reales sobre diferentes plataformas, para la obtención de resultados y comprobación de los estudios teóricos, comprobando la sostenibilidad energética de los mismos. El carácter distribuido de las redes inalámbricas de sensores y su bajo consumo, posibilitan implantaciones sencillas y sostenibles energéticamente.



El actual plan de trabajo se organiza sobre los puntos siguientes:

- Diseño de algoritmos y protocolos según lo explicado, de acuerdo a líneas novedosas de investigación en el mencionado campo.
- Colaboración con otras Universidades para la generación de sinergias en determinadas líneas de investigación.
- Implementación práctica de los diseños teóricos, incorporando nuevas plataformas, nuevos entornos y sistemas operativos. Implementación de demostraciones prácticas, que permitan la divulgación de los diseños realizados y los resultados obtenidos.
- Aplicación práctica de todo lo anterior, buscando sinergias con el mundo industrial y empresarial. De esto es un buen ejemplo el proyecto Hydrobionets, consistente en el diseño y desarrollo de una red de sensores para la optimización de los procesos de desalinización y tratamiento del agua en plantas industriales. Este proyecto, que se realiza conjuntamente con otras Universidades y organismos europeos, supone, por su magnitud y ámbito de aplicación, un hito en la aplicación práctica de este tipo de redes. Los resultados del mismo serán testeados en una planta real, cedida por la empresa Acciona, que también participa en el proyecto, para este propósito.

## 4. Redes y Sistemas de Información para la Sostenibilidad en el Tráfico

La nueva concepción energética requiere de actuaciones en todos los sectores relacionados con ella, como son el consumo doméstico, el sector primario, el sector industrial y los transportes. El sector del transporte, en concreto, depende fuertemente de la energía, como demuestra el hecho de que el 40% del gasto energético anual actual proviene de los transportes o que el transporte por carretera sea el responsable del 25% de todas las emisiones de CO<sub>2</sub>. Las redes de transporte por carretera presentan desde hace mucho tiempo un incremento continuo de la demanda. Esta situación ha provocado que en los últimos años el uso de las diversas infraestructuras existentes no sea óptimo, con consecuencias negativas sobre todo a nivel socio-económico y medioambiental. El incremento del tráfico está generando una situación cada vez más insostenible. El reto que

plantea esta situación consiste en la adaptación de las infraestructuras y las tecnologías para permitir una gestión optimizada de la demanda, pero no de manera aislada, sino muy directamente relacionada con vehículos y conductores. La presencia de la infraestructura de transportes supone una afección al medio-ambiente global, tanto en la fase de construcción como en la de explotación. Afecta al medio físico por ocupar el territorio y destruir el patrimonio natural existente, generar gran cantidad de residuos de difícil salida, producir contaminación acústica por emisión de ruidos y vibraciones muy superiores a las naturales, y, fundamentalmente, liberar gran cantidad de sustancias contaminantes, no solo el CO<sub>2</sub> citado, sino también partículas volátiles, HC, NO<sub>x</sub> y ozono, entre otros; además, afecta al medio social pues constituye una importante barrera para el hombre y la fauna.

En el marco del transporte, la Dirección General de Transportes (DGT) y otros agentes publico-privados, impulsan la implantación de Sistemas Inteligentes en el Transporte (Sistemas ITS), como pieza clave para la gestión eficiente de la circulación ofreciendo soluciones de movilidad segura, inteligente, eficiente y sostenible, que pasan por minimizar la construcción de infraestructuras y gestionar de mejor forma las existentes. Los dos principales objetivos son la reducción de la huella ecológica y energética, a través de la integración estática y dinámica de la autopista en el entorno natural (en las fases de construcción y explotación, respectivamente) y la optimización de los recursos energéticos invertidos en el transporte. Para esto último, se establecen dos líneas de actuación en el marco de los transportes inteligentes, como son la optimización de las redes existentes y la gestión eficiente de la movilidad; para su desarrollo, estas actuaciones requieren del conocimiento de los datos de demanda poblacional de viajes, es decir, los flujos de vehículos origen-destino que se llevan a cabo en la actualidad, así como también de las características del tráfico (velocidad media, tiempo de recorrido, demoras, etc.):

- Por un lado, el conocimiento adecuado de las necesidades de transporte poblacionales, en concreto de las relaciones de viajes origen-destino y de los itinerarios elegidos mayoritariamente por los flujos vehiculares, permite planificar y construir nuevas autopistas en los emplazamientos más adecuados para satisfacerlas, atrayendo hacia ellas la demanda insatisfecha de viajes. Gracias a concentrar la demanda de viajes en un menor número de nuevas rutas, con elevados porcentajes de ocupación, se logra reducir la ocupación de suelo por la propia infraestructura, el área adyacente afectada por la infraestructura, las emisiones de ruido y vibraciones y, las emisiones contaminantes liberadas a la atmósfera, en especial CO<sub>2</sub>.
- Por otro lado, conocer información sobre las condiciones de circulación en una vía, la velocidad media o los tiempos de recorrido que se están produciendo, en tiempo real y poder informar al usuario, permite disuadir del empleo de rutas

congestionadas y derivar el tráfico hacia rutas alternativas disponibles en cada momento, permitiendo eliminar la saturación y reducir el flujo discontinuo y la circulación al límite de la capacidad viaria, con la consiguiente disminución de la contaminación, ruidos y vibraciones derivados.



Figura 8. Interacción de emisiones captadas y recibidas por los dispositivos

En relación a la demanda de viajes, se ha planteado una metodología basada en la obtención de matrices origen-destino a partir de los datos de registro de vehículos en los puntos de peaje de la autopista como única fuente de información. Cruzando datos de entrada y de salida obtenidos en las estaciones de peaje, tras el filtrado y tratamiento de la información, se obtienen las relaciones origen-destino en una autopista concreta para el intervalo de tiempo deseado, permitiendo además obtener simultáneamente otros datos de tráfico de gran interés, como son los tiempos de recorrido y velocidades medias de cada uno de los vehículos. Se han realizado pruebas en la autopista AP-7 dando un porcentaje de acierto de los resultados del 88,7% sobre un total de 58.416.370 desplazamientos válidos. En relación a la gestión de la circulación en tiempo real, se ha desarrollado una metodología de obtención dinámica de datos de tráfico por sensorización. El procedimiento consiste en la detección de los vehículos a su paso por ciertas secciones de la autopista en las cuales se han integrado previamente dispositivos de captación de señales, como pueden ser motas (WSN; Wireless Sensor Networks) y receptores Bluetooth. Ambos dispositivos electrónicos permiten la detección e identificación unívoca de vehículos a su paso y por ello, la parametrización del tráfico en ese entorno (velocidades medias, instantáneas y tiempos de recorrido) en tiempo real. El núcleo de ambos sistemas lo constituye el centro de control, encargado de recopilar la información, gestionar el tráfico en cada instante y, en su caso,

informar al usuario gestor de la autopista para que actúe de una u otra forma según las necesidades. La aplicación de un sistema o del otro varía en función de los datos de tráfico buscados.

De ese modo, la sensorización mediante Bluetooth emplea dispositivos de captación que son capaces de detectar las Bluetooth Device Address (BD\_ADDR) gracias a colocar parte de este sistema, las antenas sensoras, en el arcén de las vías. Esta tecnología permite detectar exclusivamente aquellos vehículos que llevan a bordo un dispositivo electrónico con el Bluetooth activado. Sin embargo, se trata de un método mínimamente intrusivo sobre la infraestructura existente, lo cual lo convierte en un procedimiento idóneo para llevar a cabo controles estadísticos de tráfico. Esta tecnología ha sido aplicada de forma satisfactoria en casos reales de gestión dinámica del tráfico; en concreto, las pruebas realizadas en el Eje Madrid-Aeropuerto (M12), cuyos resultados tuvieron un 100% de aciertos en la captación y re-identificación de vehículos a lo largo de un trayecto dado.

Por otra parte, las motas son dispositivos de detección de vehículos que se insertan debajo del pavimento de la autopista, dispuestas en grupos de 3 o más unidades a fin de poder abarcar la superficie completa de la calzada y detectar el paso de todos los vehículos. La sensorización mediante motas, aun suponiendo una mayor afección sobre la infraestructura existente, permite detectar la totalidad de vehículos que atraviesan una determinada sección de la vía (sin necesidad de que éstos lleven a bordo un dispositivo específico), lo cual la convierte en una opción idónea cuando se desea conocer la IMD de una zona concreta, velocidades instantáneas (medida que otros dispositivos no pueden llegar a realizar de forma automática y sencilla) y en sí, la re-identificación de los vehículos que pasan sobre ellas de forma económica, eficiente y continua (24 horas al día de captación) y todos los servicios que de ello se puedan derivar (ver Figura 8).



## 5. Campus Sostenible – Universitat de València

La Universitat de València se fija como objetivo alcanzar en 2015 un campus sostenible y saludable, con prácticas de comercio justo. El Consejo de Gobierno ha aprobado este martes el proyecto 'Campus Sostenible', la estrategia institucional que pretende una política propia y una gestión coordinada para contribuir a la sostenibilidad desde todos los ámbitos universitarios: formación, investigación, gestión propia y relaciones con la sociedad.

El programa Campus Sostenible es un proceso de innovación y mejora institucional de las actividades universitarias en materia de sostenibilidad que, dirigido por el Vicerrectorado de Sostenibilidad e Infraestructuras, cuenta con el apoyo técnico de la Oficina de Políticas para la Excelencia [10]. El proyecto aprobado estará coordinado por el Servicio de Prevención y Medio Ambiente. El borrador que recoge la estrategia se encuentra actualmente en fase de información pública. Las sugerencias y las mejoras que se incorporan al documento constituirán el texto definitivo, que se trasladará a los órganos de gobierno para la aprobación y entrada en vigor.

La Universidad de Valencia quiere incluir la sostenibilidad como un eje fundamental de su estrategia impulsando iniciativas para un desarrollo sostenible en todos los ámbitos de actuación que le corresponden, para lograr condiciones de vida más saludables, un consumo más responsable y facilitar la adaptación de la institución a los nuevos escenarios.

Así, la institución se ha propuesto optimizar sus recursos para contribuir, en el marco de los planes operativos anuales, a las estrategias europeas de desarrollo sostenible y española para la economía sostenible. Estas estrategias plantean cinco dimensiones de actuación: cultural, ambiental, económica, institucional y social, que dan cobertura en la práctica a todas las actividades en materia de sostenibilidad de la organización.



## 7. Referencias

- [1] Field Programmable Gate Array.
- [2] <http://www.xilinx.com>
- [3] <http://www.cypress.com/cyfi>
- [4] Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.
- [5] Shah, S. and Beferull-Lozano, B., “In-network iterative distributed estimation for power-constrained wireless sensor networks”, *The 8th IEEE International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems 2012, DCOSS '12*, Hangzhou, China, May 2012.
- [6] Asensio-Marco, C. and Beferull-Lozano, B., “Network topology optimization for accelerating consensus algorithms under power constraints”. *The 8th IEEE International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems 2012, DCOSS '12*, Hangzhou, China, May 2012.
- [7] Asensio-Marco, C. and Beferull-Lozano, B., “Link scheduling in Sensor Networks for asymmetric average consensus”. *The 13th IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications, SPAWC 2012*.
- [8] Alonso-Román, D., Celada-Funes, E., Beferull-Lozano, B. and Asensio-Marco, C., “Achieving average consensus in the real world: a cross-layer design to ensure fast convergence in a WSN testbed”. *Submitted to the 10th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, SenSys 2012*.
- [9] Shah, S. and Beferull-Lozano, B., “Power-aware joint sensor selection and routing for distributed estimation: a convex optimization approach”. *The 8th IEEE International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems 2012, DCOSS '12*, Hangzhou, China, 2012.
- [10] <http://excelencia.blogs.uv.es/que-es-lopex/>