

# MANETs-Learn: modelo de MANETs para m-learning rural

Sergio Rocabado<sup>1</sup>, Ernesto Sanchez<sup>1</sup>, Susana I. Herrera<sup>2</sup>, José A. Coronel<sup>2</sup>, Matías C. Campos<sup>2</sup>

(1) *Centro de Investigación y Desarrollo en Informática Aplicada (CIDIA)*  
*Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta*  
*srocabad@cidia.unsa.edu.ar, esanchez@cidia.unsa.edu.ar*

(2) *Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información,*  
*Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero*  
*adriancoronel.87@gmail.com, matias.761@gmail.com*

## Resumen

En este proyecto se realiza una investigación sobre la implementación de redes móviles ad hoc o MANETs (Mobile Ad Hoc Networks) en zonas rurales de recursos energéticos limitados.

La razón por la cual se pretende implementar este tipo de redes en zonas rurales, es la de establecer sistemas de información de m-learning (mobile learning) que permitan a los estudiantes de escuelas rurales de estas zonas, utilizar la red de telefonía celular para acceder a recursos de aprendizaje desde dispositivos móviles de bajo consumo.

Como resultado de esta investigación, se está diseñando un modelo de implementación de MANETs para m-learning en zonas rurales, denominado “MANETs-Learn”. Este modelo define la tecnología inalámbrica de intercomunicación y de acceso a Internet para implementar sistemas de m-learning sobre redes móviles ad hoc, asegurando el correcto funcionamiento de las aplicaciones m-learning y manteniendo el rendimiento de la red dentro niveles aceptables de eficiencia y sin comprometer recursos (energía y ancho de banda) que son limitados en la zona de despliegue.

**Palabras clave:** MANET, Redes móviles, M-learning, zonas rurales, MANETs-Learn.

## 1 Contexto

El presente trabajo se lleva a cabo en el marco de un proyecto de investigación “Optimización de la calidad de los Sistemas Móviles mediante la implementación de nuevas arquitecturas, realidad aumentada, técnicas de visualización y redes móviles Ad-Hoc. Aplicaciones en m-learning y en gestión del conocimiento”, Código 23/C099, del Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información de la FCEyT-UNSE. El proyecto tiene como objetivo realizar investigación aplicada sobre nuevas tecnologías que permitan mejorar la calidad de las aplicaciones móviles.

El equipo de investigación está conformado por docentes de diferentes universidades nacionales del NOA: Centro

de Investigación y Desarrollo en Informática Aplicada (CIDIA) de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta (UNSa), Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información (IISI) de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). Además, se cuenta con el asesoramiento de dos investigadoras de Institutos de Investigación de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). La asesora en Sistemas Móviles pertenece al Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA) de la UNLP, mientras que la asesora en educación a distancia pertenece al Instituto de Investigaciones en Informática (LIDI) de la UNLP.

El proyecto está financiado por el Consejo de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, durante el período Enero 2012-Diciembre 2015.

## 2 Introducción

Actualmente existen diferentes tipos de sistemas de información que apoyan al proceso educativo, atendiendo a las necesidades específicas de contextos diversos. En esta investigación se consideran los sistemas de información basados en dispositivos móviles o “sistemas de m-learning” [1] y se utiliza tecnología MANET [2] para acceder a estos sistemas desde escuelas rurales, ubicadas en zonas aisladas.

Una red móvil ad-hoc o MANET (del inglés Mobile Ad-hoc Networks) es una colección de nodos inalámbricos móviles que se comunican de manera espontánea y auto organizada constituyendo una red temporal sin la ayuda de ninguna infraestructura preestablecida (como puntos de acceso WiFi o torres de estaciones base celulares con antenas 2G, 3G o 4G) ni administración centralizada [3].

Las MANET pueden ser redes autónomas o subordinadas si se encuentran conectadas o integradas a otras redes externas con infraestructura (Internet, redes corporativas-Intranets, extranets o intranets interconectadas a través de Internet, redes celulares como GSM/GPRS/HSDPA/WCDMA, etc.) [4].

En este trabajo se propone identificar el impacto que produce una solución tecnológica: “el despliegue e integración de MANETs a redes de infraestructura”; como alternativa para satisfacer una necesidad educativa: “el acceso a recursos de aprendizaje M-learning desde escuelas ubicadas en zonas rurales aisladas de recursos limitados”. Se busca aprovechar las capacidades de las redes ad hoc, para que operen dentro de ciertos parámetros de eficiencia en un ambiente de recursos limitados.

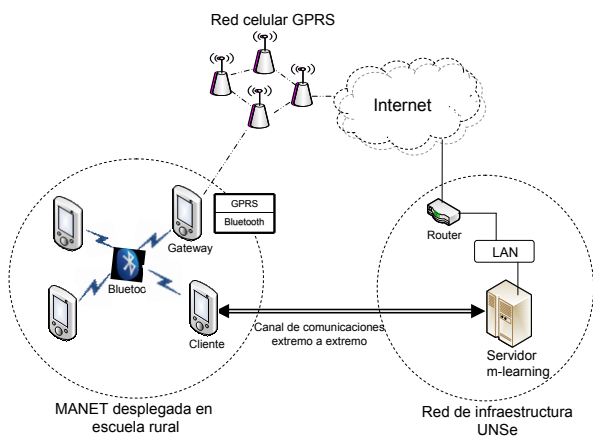


Figura 1. Escenario de estudio

En la Figura 1 se observa la representación gráfica del escenario utilizado para realizar las pruebas y mediciones. En el mismo se conecta una MANET Bluetooth [5], desplegada en zona rural, a la Intranet de la UNSE a través de la red celular GSM/GPRS [6]. Los dispositivos móviles (nodos) de la MANET se conectan al servidor de recursos M-learning utilizando un canal de comunicaciones extremo a extremo. El tráfico entre el nodo móvil y el servidor se gestiona a través de uno de los nodos que actúa como Gateway entre la MANET y la red celular. Este nodo es el encargado de enviar los paquetes de datos hacia la red celular; desde donde y a través de Internet son direccionados a la intranet de la UNSE para ser entregados al servidor de recursos m-learning.

Las principales actividades de la propuesta pueden ser sintetizadas de la siguiente manera: 1.-Estudiar el escenario propuesto, 2.-Analizar las características de los dispositivos involucrados y los posibles protocolos de comunicación y seguridad, 3.-Comparar y determinar una combinación de tecnologías disponibles que permita satisfacer los servicios y requerimientos necesarios para que los sistemas de m-learning tengan un desempeño óptimo y 4.-Diseñar el modelo “MANETs-Learn”, que servirá de guía para el despliegue de MANETs en zonas de recursos limitados a fin de posibilitar el funcionamiento de sistemas de m-learning.

En la Figura 2 se presenta una versión preliminar del modelo, en el cual se incorporan los componentes que forman parte del escenario de estudio.

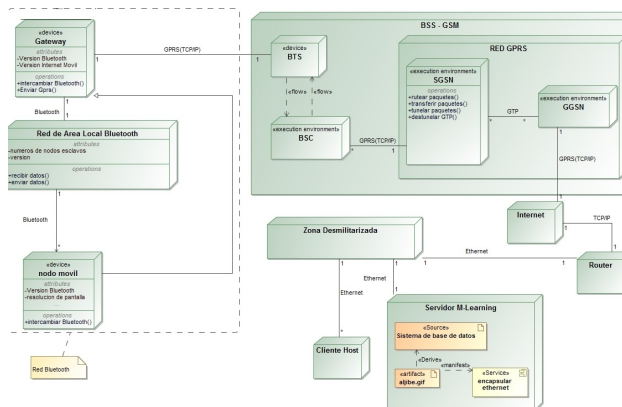


Figura 2. Modelo asociado al escenario de estudio

### 3 Líneas de investigación y desarrollo

Las principales líneas de investigación de esta propuesta son:

- Despliegue de MANETs en zonas rurales con recursos limitados e integración de las mismas a redes de infraestructura.
- Establecimiento de canales extremo a extremo (seguros y no seguros) entre nodos de una MANET y un servidor instalado en una red de infraestructura.
- Estudio del impacto de la seguridad en el rendimiento de los dispositivos móviles, dado que el establecimiento de canales seguros implica un consumo adicional de energía (algoritmos de encriptación) y ancho de banda (transmisión de encabezados adicionales) [].
- Adaptación de aplicaciones y recursos M-learning para optimizar el consumo de energía y el aprovechamiento de ancho de banda en los dispositivos móviles.

### 4 Objetivos y Resultados

Los objetivos generales que guían esta investigación aplicada son:

- Contribuir a la implementación de sistemas de m-learning en comunidades educativas de zonas rurales de recursos limitados, haciendo uso de tecnología MANET.
- Diseñar un modelo para el despliegue de redes móviles ad hoc, con integración a redes de infraestructura, en zonas rurales de recursos limitados.

Para ello, se persiguen los siguientes objetivos específicos:

- Determinar las problemáticas que poseen las zonas de recursos limitados, en el interior de la provincia

de Santiago del Estero, para ofrecer un marco de referencia a profesionales de IT que deseen proponer soluciones en dichas zonas.

- Determinar las restricciones del acceso a Internet en zonas no urbanas, para dar lugar a la discusión sobre posibles soluciones alternativas.
- Establecer las ventajas de la implementación de un modelo de red ad hoc, en vez del uso de un solo dispositivo para acceder a contenido remoto.
- Diseñar un modelo mediante notación UML que permita optimizar el despliegue de una red MANET en zonas de recursos limitados.
- Determinar las características que debe tener un sistema m-learning para que pueda implementarse en el modelo MANETs-learn.
- Proporcionar una guía que permita desplegar de forma eficaz una red MANET en zona de recursos limitados y asegurar la conectividad entre zonas urbanas y rurales.

Los resultados finales esperados son:

- Un modelo de configuración de red móvil basada en tecnologías Bluetooth y GPRS, el cual definirá la interacción entre las distintas entidades que conformarían la red de desempeño óptimo para zonas de recursos limitados.
- Una guía base para futuras implementaciones en otras zonas rurales del país, que tengan características similares en cuanto a disponibilidad de recursos.

Los resultados parciales fueron publicados en:

- Integración Segura de MANETs, desplegadas en zonas de recursos limitados, a Redes de Infraestructura. CACIC 2012 [7].

En este trabajo, se realizó el estudio de un caso de integración de una MANET, desplegada en zona aislada, a una red de infraestructura. En el desarrollo de la publicación, se fundamenta la elección de Bluetooth como tecnología de soporte para la formación de la MANET remota y de GSM/GPRS para la integración de la misma a la red de infraestructura. Entre los resultados se presentan gráficos que muestran el consumo de energía para cada configuración de canal.

- Caso de estudio de comunicaciones seguras sobre redes móviles ad hoc. CACIC 2013 [8]

Se profundizó la investigación sobre el escenario de estudio presentado en [7]. Se implementaron canales de comunicación extremo a extremo, entre un nodo de la MANET y el servidor de infraestructura. Inicialmente se efectuaron pruebas inyectando tráfico de datos sobre un canal “no seguro”, con la finalidad de obtener métricas de referencia como latencia, throughput y consumo de energía. Luego se

configuraron canales “seguros” sobre los que se realizaron las mismas pruebas utilizando protocolos como IPSEC y SSL/TLS. Las métricas obtenidas utilizando canales seguros fueron comparadas con las de referencia para determinar las diferencias de consumo de recursos introducidas por la seguridad.

- M-learning en zonas de recursos limitados. VIII° Congreso TE&ET 2013 [9].

En esta publicación, se describe una experiencia del uso de MANETs en zonas rurales de recursos limitados (energía y ancho de banda), teniendo en cuenta principalmente los beneficios en el aprendizaje. En el trabajo de campo realizado, se desplegaron MANETs de bajo consumo en una escuela rural, con la finalidad de facilitar a docentes y alumnos el acceso a contenidos m-learning instalados en un servidor de infraestructura. Se consiguió mantener el rendimiento de la MANET dentro niveles aceptables de eficiencia y seguridad, sin comprometer los recursos, lo que permitió un funcionamiento correcto de las estrategias de m-learning en este tipo de zonas. Se considera el contexto socio-cultural y educativo, se describe la experiencia de aprendizaje y los objetos de aprendizaje desarrollados para la misma (animaciones en Geogebra para clase de Matemática). Las conclusiones se enuncian tanto desde el punto tecnológico como desde el punto de vista pedagógico. Entre las conclusiones referidas a redes, se destaca la siguiente: “El uso de las MANETs es efectivo y eficiente para el desarrollo de experiencias de m-learning en zonas de recursos energéticos limitados”.

- Redes móviles ad hoc para zonas de recursos limitados. Aplicaciones en m-learning en escuelas rurales. IX Jornadas de Ingeniería del NOA [10].

Esta publicación se refiere también a la aplicación de este tipo de redes en el m-learning en zonas de recursos limitados, limitándose a abordar la problemática específicamente desde el punto de vista de las MANETs. Se presenta principalmente una descripción de las zonas bajo estudio, caracterizándolos desde el punto de vista energético y de posibilidades de desarrollo, considerando indicadores socioeconómicos. Desde el punto de vista de las MANETs, se avanza en cuanto al estudio de variables relacionadas con eficiencia y herramientas para la medición. Entre las principales conclusiones se considera la importancia de desarrollar equipamiento liviano y económico para la carga de batería de los dispositivos móviles.

## 5 Formación de recursos humanos

La propuesta involucra la integración de los conocimientos en esta área por parte de investigadores de la Universidad Nacional de Salta (que tienen antecedentes en el tema) y de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (que se inician en el tema).

El proyecto cuenta con la participación de estudiantes avanzados de carreras de grado en Informática pertenecientes a la UNSE. Estos reciben formación en el área redes informáticas y experiencia en el desarrollo de investigaciones. Uno de los investigadores de esta línea está desarrollando su tesis de Maestría en Redes (UNLP) [11], la cual está directamente relacionada con la temática del proyecto; además, dos alumnos están desarrollando su trabajo final de grado de Licenciatura en Sistemas de Información (UNSE).

11. ROCABADO, Sergio. (2014). *CASO DE ESTUDIO DE COMUNICACIONES SEGURAS SOBRE REDES MÓVILES AD HOC*. (Magister en Redes de Datos), Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

## Referencias

1. WOODILL, G. (2011). *The mobile learning edge* (Mc Graw Hill Ed.).
2. IETF. *MANET Active Work Group*. <http://tools.ietf.org/wg/manet>
3. ALDABBAS, Hamza; ALWADAN, Tariq and JANICKE, Helge. (February 2012). Data Confidentiality in Mobile Ad hoc Networks. *IJWMN International Journal of Wireless & Mobile Networks, Vol. 4*, pp. 225-236.
4. CORDEIRO DE MORAIS, Carlos and AGRAWALL Dharma. (2011). Integrating MANETs, WLANs and Cellular Networks. In World Scientific Publishing (Ed.), *Ad Hoc and Sensor Networks - Theory and Applications* (pp. 587-620). Singapore: World Scientific Publishing.
5. SPECIAL INTEREST GROUP (SIG) Bluetooth. (2001). Specification of the Bluetooth System, tomo 2. *Bluetooth Profiles Specification Version 1.1*.
6. ETSI EN 301 344. (2000). *Digital cellular telecommunications system, General Packet Radio Service (GPRS), Service description*. Retrieved from <http://www.etsi.org/index.php/technologies-clusters/technologies/mobile/gprs>
7. ROCABADO, Sergio; SANCHEZ, Ernesto; DIAZ, Javier y ARIAS FIGUEROA, Daniel. (2012). *Integración Segura de MANETs, desplegadas en zonas de recursos limitados, a Redes de Infraestructura*. Paper presented at the CACIC 2012, Bahia Blanca - Buenos Aires - Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/23762>
8. ROCABADO, Sergio; SANCHEZ, Ernesto; DIAZ, Javier y ARIAS FIGUEROA, Daniel. (2013). *Caso de estudio de comunicaciones seguras sobre redes móviles ad hoc*. Paper presented at the CACIC 2013, Mar del Plata - Buenos Aires - Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/31244>
9. ROCABADO, Sergio; HERRERA, Susana y Otros. (2013). *M-LEARNING EN ZONAS DE RECURSOS LIMITADOS*. Paper presented at the TE&ET 2013, Santiago del Estero - Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27585>
10. ROCABADO, Sergio; HERRERA, Susana; CAMPOS, Matias y CORONEL, Adrián. (Octubre 2013). *Redes móviles ad hoc para zonas de recursos limitados*. Paper presented at the IX Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA Santiago del Estero.