



**SISTEMA WEB DE GEOLOCALIZACIÓN Y MONITOREO DE LA TORTUGA  
PODOCNEMIS LEWYANA EN EL RÍO SINÚ, MEDIANTE EL USO DE ANTENAS VHF Y  
DISPOSITIVOS GPS**

**(WEB SYSTEM OF GEOLOCATION AND MONITORING OF THE TURTLE  
PODOCNEMIS LEWYANA IN THE SINU RIVER, USING VHF ANTENNAS AND GPS  
DEVICES)**

**Recibido: 12/06/2015**

**Aprobado: 17/12/2015**

**Mario Macea Anaya**

Universidad Incca de Colombia, Bogotá, Colombia

[mrmacean@yahoo.es](mailto:mrmacean@yahoo.es)

**Oscar Diaz Negrette**

Universidad de Córdoba, Montería, Colombia

[osdine10diaz@live.com](mailto:osdine10diaz@live.com)

**Pedro Guevara Salgado**

Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia

[pedrosguevara@hotmail.com](mailto:pedrosguevara@hotmail.com)

**RESUMEN**

Este trabajo tiene como finalidad el diseño e implementación de una aplicación para el monitoreo de las Tortugas de Río *Podocnemis Lewyana*, utilizando las tecnologías GPS (*Global Positioning System*) y VHF (*Very High Frequency*). La aplicación permite apoyar los procesos de conservación y recuperación de la especie en el Departamento de Córdoba, en las poblaciones de Caño Viejo y Cotocá Arriba del municipio Santa Cruz de Lorica, Colombia. El uso de esa herramienta está dirigido a biólogos y personas de las comunidades rurales dedicadas a conservar dicha especie. En el desarrollo del proyecto se utilizaron 18 Tortugas de Río para su monitoreo. El resultado del trabajo es la aplicación Web Podocnemis-Soft. Su funcionamiento se basa en un dispositivo GPS y VHF, ubicado en una o varias de las tortugas Podocnemis Lewyana; los dispositivos envían los datos de la ubicación de la tortuga hasta un servidor para su procesamiento y posterior visualización de la información.

**Palabras Claves:** Tortugas de Río, *Podocnemis Lewyana*, VHF, GPS, Geolocalización.

**ABSTRACT**

This work is aimed at designing and implementing an application for monitoring river turtles *Podocnemis Lewyana*, using Global Positioning System (GPS) technologies and Very High Frequency (VHF). The application allows support processes of conservation and recovery of the species in the department of Córdoba, in populations of Caño Viejo and Cotoca Arriba the municipality of Santa Cruz de Lorica, Colombia. The use of this tool



is aimed at biologists and people in rural communities dedicated to conserving this species. The project used 18 river turtles for monitoring. The result of this work is the Podocnemis-Soft Web application. Its operation is based on a GPS device and VHF, located in one or more of the Podocnemis Lewyana turtles; these devices send data on the location of the turtle to a server for processing and subsequent display of information.

**Key-words:** River Turtles, Podocnemis Lewyana, VHF, GPS, Geolocation.

## INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, el hombre ha diseñado diferentes técnicas para conocer un poco más sobre la forma de vida de las distintas especies animales existentes en el universo. Este tipo de investigación se ha llevado a cabo gracias a los diferentes desarrollos ostentados en la tecnología. Una de las herramientas importantes en los últimos años para el estudio y comportamiento de las especies ha sido la telemetría; que es la medición a distancia y la comunicación de la información de interés para el operador del sistema. Cuando esta técnica se aplica a las ciencias biológicas recibe el nombre de "Biotelemetría", que en un sentido amplio, es el seguimiento de la fisiología, el comportamiento y el estado energético de los animales sin restricciones en sus entornos naturales [1].

De las aproximadamente 322 especies de tortugas que han sobrevivido hasta el siglo XXI, siete son tortugas marinas y 315 son continentales (terrestres o de agua dulce). Desafortunadamente, las tortugas son uno de los grupos de vertebrados más amenazados del mundo, con más de la mitad de las especies en vía de extinción [2]. Uno de los últimos análisis realizados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) demuestra que Colombia es uno de los países más ricos en especies de tortugas y, por tanto, tiene un papel protagónico en su estudio y conservación.

La aplicación Podocnemis-Soft, fue diseñada como un sistema Web que ofrece datos referentes a la conservación y ubicación de la especie de Tortugas de Río (*Podocnemis Lewyana*) que habitan en la región del bajo Sinú, Colombia, en especial las tortugas que habitan en los alrededores del Río Sinú, entre las poblaciones de Caño Viejo y Cotocá Arriba del municipio Santa Cruz de Lorica, brindando un aporte a las comunidades que tienen experiencia en la conservación de este tipo de especie.

La aplicación se implementa como un sistema de geolocalización a través de tecnologías GPS y VHF, permitiendo acceder a la información de las Tortugas de Río que están registradas y monitoreadas por el sistema. Igualmente, se reporta el recorrido que realizan las tortugas diaria o periódicamente, a través de los mapas de Google, proyectando las ubicaciones geográficas de una o varias tortugas en un determinado momento.

Podocnemis-Soft es una plataforma desarrollada con lenguaje de programación PHP (*Hypertext Pre-Processor*) y una interfaz intuitiva diseñada con HTML5 (*HyperText Markup Language*), estilos CSS (*Cascading Style Sheets*), mapas de geolocalización de rutas con el API (*Application Programming Interface*) de Google, imágenes, reportes, etc., con el fin



de que el usuario del sistema acceda través de Internet, a mapas que contienen la localización de la especie de Tortuga de Río Podocnemis Lewyana, así como a información referente a las comunidades que trabajan en la prevención y conservación de las tortugas del Sinú. Los datos de las tortugas protegidas, son cargados al sistema a través de sensores para ser monitoreados por la comunidad en las playas del Río Sinú, cercanas al municipio de Lorica.

En lo referentes a los proyectos dedicados a la protección de las tortugas, son varios los estudios y entidades que contribuyen con la conservación de estas especies. En México se estudió el centro de origen y distribución de las tortugas marinas que arriban a las costas de Guerrero [3]; estos estudios sirven para comprender la evolución de las tortugas y los factores que integran la historia genética de estos organismos. En Costa Rica, se presentan iniciativas de conservación con tortugas marinas y sus efectos sobre el bienestar de la comunidad [4]. Los estudios muestran la relación entre las iniciativas de conservación de la vida silvestre y su efecto sobre el bienestar de la comunidad, los estudios se realizaron con las comunidades de la costa pacífica de Costa Rica y la costa atlántica de Panamá.

En España, proyectos como Oasis, buscan reducir la mortalidad de las tortugas marinas en el Atlántico y Mediterráneo; con este tipo de proyectos se ha conseguido entender mejor el comportamiento de las tortugas y reducir de forma notable los incidentes que estas sufren. Para ello, ha sido esencial la colaboración de pescadores y otros sectores que trabajan en el mar. Así, se pudo conocer la profundidad a la que suelen moverse las tortugas cuando están en mar abierto, descubriéndose que esta profundidad es la misma que utilizan en determinadas artes de pesca [5]. También en el Océano Pacífico, biólogos expertos instalan en los caparazones de las tortugas Caguama transmisores satelitales para el monitoreo de sus recorridos y comportamiento [6].

Existen también aplicaciones y herramientas tecnológicas como es el caso SMART (*Spatial Monitoring and Reporting Tool*) que ayudan al monitoreo de la vida silvestre en áreas protegidas [7]. Otra herramienta es XeoPesca, que permite crear un registro de las faenas pesqueras; esta herramienta de software libre y es de gran ayuda para los barcos pesqueros, puesto que pueden saber cuáles son los puntos con mayor probabilidad de pesca en función de las condiciones meteorológicas de cada día [8]. Se encuentra también *seaturtle.org*, que ofrece herramientas para apoyar la investigación y conservación de la tortuga de mar [9].

En Colombia se adelantan estudios con el objetivo de recuperar la Tortuga del Río (*Podocnemis Lewyana*) siendo ésta una especie endémica de las cuencas de los ríos Magdalena y Sinú y que habita en el cauce principal de los ríos, caños y a veces ciénagas [10]. Durante las últimas décadas han existido planes de manejo para la recuperación de la especie, realizados por entes ambientales y ONG´s internacionales que buscan mejorar las condiciones de reproducción de esta Tortuga del Río bajo procesos de conservación.

En el año 1964, Federico Medem fue el primer explorador que estudió esta especie en el Departamento de Córdoba, Colombia y advirtió que la tortuga estaba muy amenazada en el Sinú por sobreexplotación de huevos y adultos. A pesar de esta



advertencia, en los siguientes 40 años no se tomaron acciones de conservación para proteger esta especie [11]. Sólo fue en 2003, cuando la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) y Conservación Internacional-Colombia (CI), unieron esfuerzos económicos y científicos y se comenzó a tomar medidas de protección para esa especie. En 2004, se estudiaron aspectos básicos de la historia de vida de la Tortuga de Río, se valoraron algunas amenazas y se esbozó un plan de acción, basado en lo poco que se conocía de la especie en esa época [12].

En 2006, inicia el plan de capacitación a un grupo de personas de las comunidades de Cotocá Arriba y de Caño Viejo (municipio de Loricá), Colombia, en técnicas de manejo y monitoreo de Tortugas del Río (*Podocnemis Lewyana*), con el fin de cambiar las antiguas prácticas extractivas por prácticas conservacionistas. Ese mismo año, se informa al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible sobre el impacto que la hidroeléctrica de Urrá estaba teniendo en las posturas de la tortuga, al no mantener los niveles históricos del río durante la generación de energía. En 2009, la empresa Urrá S.A. E.S.P. se une a la iniciativa de CI-CVS y hace aportes económicos para seguir ejecutando las acciones del plan. En 2012, se busca el apoyo científico y económico de TSA (*Turtle Survival Alliance*) y WCS (Wildlife Conservation Society) con el fin de impulsar, fortalecer y darle un mejor enfoque técnico y dirección a este programa. [12].

Finalmente, el desarrollo de Podocnemis-Soft, tiene en cuenta las diferentes tecnologías de geolocalización existentes para determinar la ubicación y monitoreo de la *Podocnemis Lewyana* en el Río Sinú. La herramienta utiliza antenas VHF y dispositivos GPS, con el objetivo de visualizar en la aplicación Web la ubicación de la especie. La herramienta apoyará los procesos de conservación realizados por algunas comunidades de la zona ribereña del Río Sinú del municipio de Santa Cruz de Loricá; a las personas encargadas del proceso de divulgación y recuperación de especies, así como a ecologistas, biólogos, miembros de la CVS o entidades interesadas en obtener información de carácter ecológico sobre la preservación de la especie.

El presente artículo está organizado de la siguiente manera: primeramente se describe de forma general la herramienta *Podocnemis-Soft* y algunos proyectos dedicados a la protección, monitoreo y preservación de las tortugas. Luego, se indican cuáles son las poblaciones que se benefician con el desarrollo de dicho software y el proceso realizado para el diseño y desarrollo de la aplicación. Finalmente, se muestran los resultados y conclusiones obtenidas en la construcción de la herramienta de geolocalización y monitoreo de la tortuga *Podocnemis Lewyana*.

## **DISEÑO DE PODOCNEMIS-SOFT**

El desarrollo del presente trabajo se enmarcó en las poblaciones de Caño Viejo y Cotocá Arriba pertenecientes al municipio de Loricá, Córdoba, Colombia. La aplicación está dirigida a biólogos y personas interesadas en la conservación de las Tortugas de Río. Teniendo en cuenta la población, se contó con la colaboración de personas de las comunidades de Caño Viejo y Cotocá Arriba. Además, para el proceso de geolocalización



y monitoreo de la especie, se utilizaron 18 Tortugas de Río (*Podocnemis Lewyana*) en total.

La metodología empleada fue la de desarrollo por etapas, las cuales se describen a continuación.

Como punto central de la primera fase, se establece la recopilación de información para conocer las necesidades y particularidades de las personas. En este caso, se ejecutaron encuentros con personas de las comunidades de Caño Viejo y Cotocá Arriba en el departamento de Córdoba. También, se recibieron las sugerencias de biólogos expertos en la zona y docentes del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Córdoba. Asimismo, se efectuó una investigación para conocer el grado de conocimiento de las zonas y el uso de las nuevas tecnológicas.

Para la aplicación, se determinó un conjunto de requisitos, así como de aspectos tales como el análisis de los requerimientos, el cual determinó, como tarea final el desarrollo, el producto. Se estableció la especificación de requisitos del sistema teniendo como objetivo facilitar la divulgación de la información mediante la localización y monitoreo de las Tortugas de Río a través del sistema Web. En la Tabla 1, se describen las funcionalidades o requerimientos establecidos para el Podocnemis-Soft, de acuerdo a los usuarios o actores que interactúan con el sistema.

Para realizar todo el proceso de desarrollo de la aplicación, después de determinar los requerimientos, se realizó la identificación de los componentes del hardware a utilizar y la definición de requisitos funcionales del software. Así, para la construcción de la aplicación se especificaron las directrices pertinentes al proceso de desarrollo en cuanto a hardware y software. Se estipuló la interconexión del software de telemetría y las antenas receptoras capaces de recopilar las coordenadas con la ubicación de las tortugas. Por otro lado, se consideró el software Web de monitoreo y visualización de la información.

## Hardware

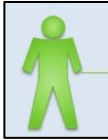
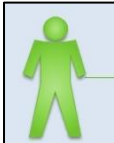


El sistema consta de un dispositivo UHF (*Ultra High Frequency*) integrado de un sistema VHF y GPS de alto costo y una antena con tecnología UHF-VHF para la localización y detección de los dispositivos colocados en las Tortugas de Río.

El dispositivo en cuestión y las antenas permiten la identificación de las tortugas, relacionando la posición de las mismas por medio de un software que el mismo dispositivo de marcación posee. Al obtener los datos generados por el GPS del dispositivo, éstos se utilizan para que cada tortuga pueda ser localizada; permitiéndole al usuario la visualización y administración desde la página Web o aplicativo Podocnemis-Soft.

En la Figura 1, se observa el hardware implementado para el sistema Web de monitoreo y geolocalización de la Tortuga (*Podocnemis Lewyana*).



Tabla1. Requerimientos de los usuarios para el software

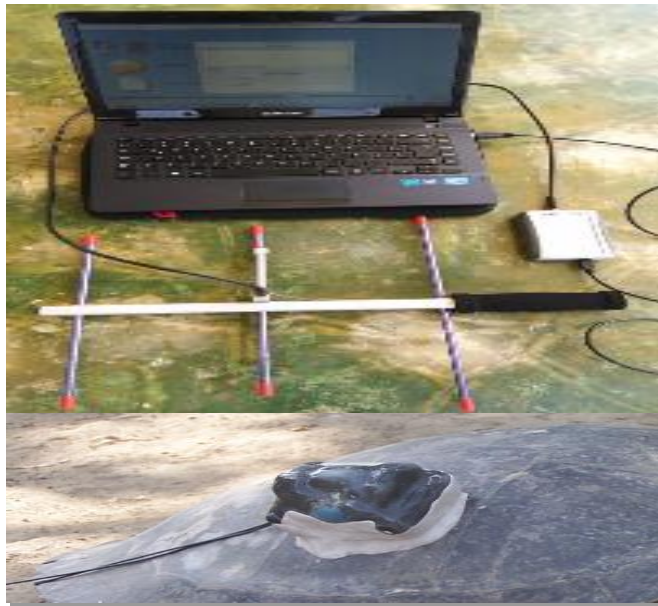
Actores	Descripción	Comentarios
<b>ACT-01</b> <b>Administrador</b> 	Este actor está facultado para administrar los usuarios y comunidades, gestionar noticias y los datos registrados. Además, puede modificar fotos y galería de forma directa.	Actor principal
<b>ACT-02</b> <b>Biólogo</b> 	Persona capacitada para manipular la información de las tortugas, consultar datos y manipular información de los patrones de movimiento de las tortugas. Asimismo, registrar información de la especie y procesos de conservación.	Persona experta en <i>Podocnemis Lewyana</i>
<b>ACT-03</b> <b>Invitado</b> 	Persona que sólo accederá a información y podrá realizar comentarios sobre la página principal del aplicativo, sobre opciones tales como asignar comentarios, ver noticias, misión y visión, ver estado e información de la tortuga de Rio, galerías.	Actor observador y comentador en el sistema
<b>ACT-04</b> <b>Sistema</b> 	Este actor es el sistema mismo, que valida los datos de usuarios, etc. Manipula la información de la base de datos del aplicativo web.	Ninguno

### Software

Es importante resaltar que, el dispositivo final tiene incorporado un software de telemetría de tipo escritorio, el cual permite alojar los datos de manera tal que el dispositivo pueda capturar los datos de las posiciones y los lugares donde ha estado una tortuga en su recorrido; y por medio de las antenas UHF se pueden extraer dichos datos del dispositivo generando un archivo de texto, que es cargado a la base de datos del aplicativo Web Podocnemis-Soft, para la visualización final de los individuos en el aplicativo por medio de Google Maps.



Figura 1. Hardware Podocnemis-Soft



Para el diseño de *Podocnemis-Soft*, se tuvo en cuenta que la aplicación soportara cualquier navegador orientado a la Web. En concreto, el desarrollo se realizó bajo la codificación de los lenguajes PHP y HTML5. Además, contiene aspectos de clasificación como JavaScript, Bootstrap, JSON (*Javascript Object Notation*) y librerías de reportes gráficos para las diferentes funcionalidades del sistema. Asimismo, incluye conexión con la base de datos y uso del API de Google para trabajar con las librerías gMap y Parallax, que permiten realizar la geolocalización y visualización de los mapas en el aplicativo.

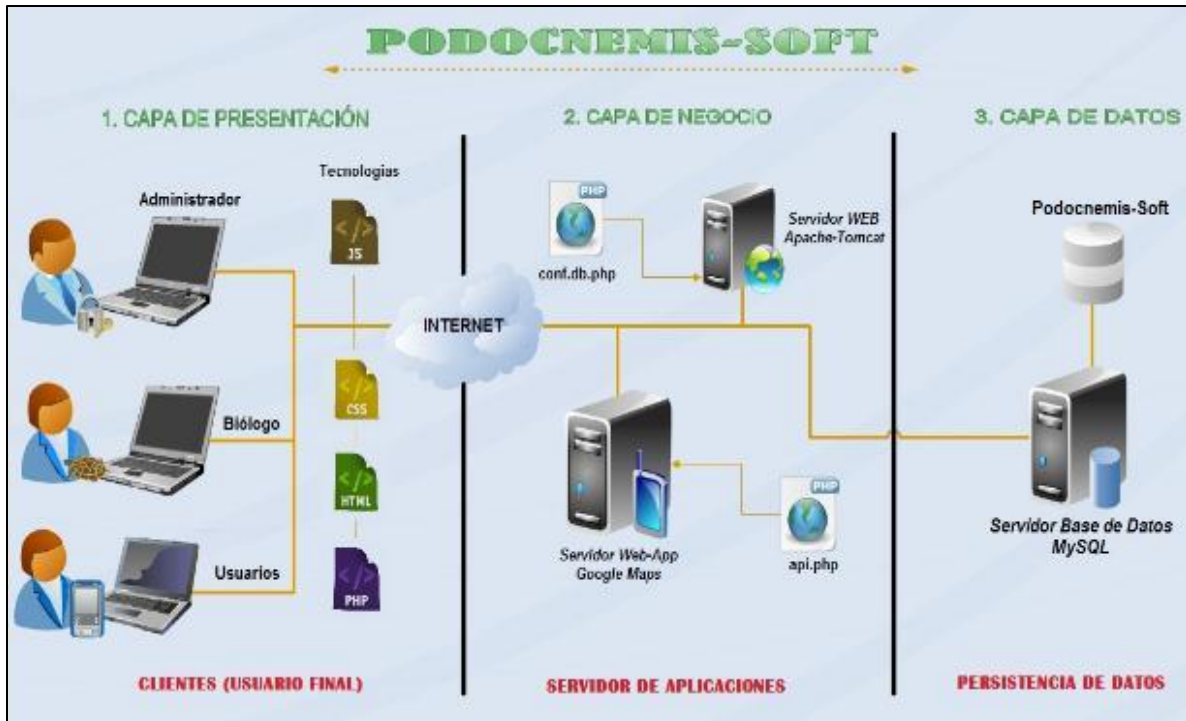
Por último, se realizaron pruebas pilotos con el módulo de gestión administrativa y el módulo para biólogos e invitados; involucrando a la comunidad a las riberas del río. Se tomaron datos de las antenas y las tortugas sumergidas, así como los datos de nidos o nidadas en la zona de prevención de Cotocá y Caño Viejo. Esas pruebas fueron completamente funcionales y de excelente valoración para las comunidades que protegen la especie de Tortugas de Río (*Podocnemis Lewyana*).

El desarrollo de la herramienta *Podocnemis-Soft* sigue un modelo por capas, cuya arquitectura se compone específicamente de una capa de presentación, una capa de procesamiento o negociación y una capa de base de datos, tal como se puede observar en la Figura 2.

La aplicación Web de monitoreo y geolocalización *Podocnemis-Soft* es una herramienta sencilla y fácil de manejar. El sistema permite el acceso de tres tipos de usuarios a igual número de módulos: administrativo, biólogo y usuarios invitados. De esa manera, se puede acceder a la información de las especies de Tortugas de Río (*Podocnemis Lewyana*), información de la región donde ellas habitan, procesos de conservación que se realizan en las comunidades, etc. Además, se pueden realizar

operaciones de búsqueda, eliminación, creación, edición y carga de datos de geolocalización al sistema, entre otros.

Figura 2. Arquitectura de software del Podocnemis-Soft



La segunda capa consta de elementos o aplicaciones de negocio, un servidor Web (Apache) y el API de Google Maps, mediante configuración realizada internamente en el aplicativo Web.

La tercera capa consta de un servidor de base de datos y la persistencia de datos (base de datos *Podocnemis-Soft*) para el almacenamiento y posterior utilización de los datos.

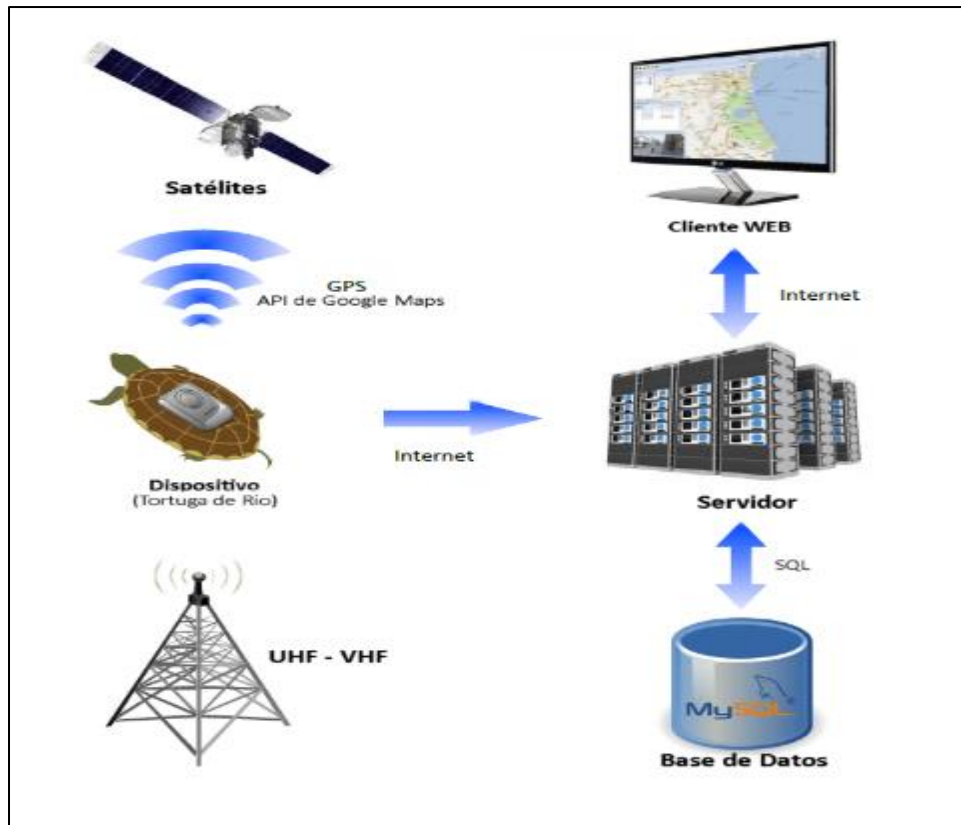
### APLICACIÓN WEB PODOCNEMIS-SOFT

Tal como ha sido mencionada anteriormente, Podocnemis-Soft también consta de un dispositivo GPS y VHF ubicado en una o varias de las tortugas *Podocnemis Lewyana*. Estos dispositivos guardan los datos de las coordenadas geográficas hacia donde se mueven las tortugas y son recolectados mediante telemetría UHF y el software interno de los dispositivos GPS; generando un archivo de texto, el cual es ingresado, haciendo un proceso de filtración de la información relevante para los usuarios. Finalmente, los datos son cargados a la base de datos de *Podocnemis-Soft* y visualizados por los usuarios del sistema. El proceso de telemetría se realiza con antenas VHF y UHF semanal y mensualmente, ubicando a las tortugas sumergidas dentro de las aguas o en las riberas del río Sinú (ver Figura 3).





Figura 3. Funcionamiento del sistema Podocnemis-Soft



Los datos con las coordenadas de ubicación de la tortuga se descargan del dispositivo a un aplicativo remoto interno que genera archivos de texto. Los datos pueden ser reconocidos por los dispositivos ubicados en las tortugas y por un aplicativo de escritorio que viene con las antenas. Los datos de las coordenadas de posición geográfica son retransmitidos al aplicativo *Web Podocnemis-Soft* a través de Internet. Teniendo en cuenta que el sistema telemétrico genera varios archivos, se escoge sólo el último, con las posiciones actuales y en las fechas finales de detección. Posteriormente, pasa por un servidor web (Apache), se ubican las coordenadas con el API de Google Maps y se realizan consultas sobre el servidor de base de datos (MySQL) en donde está registrada la información. El proceso de monitoreo de las tortugas se realiza sobre el mapa y el patrón de movimiento utiliza métodos para unir todas las coordenadas en donde asentaron las tortugas, gracias al API de Google Maps.

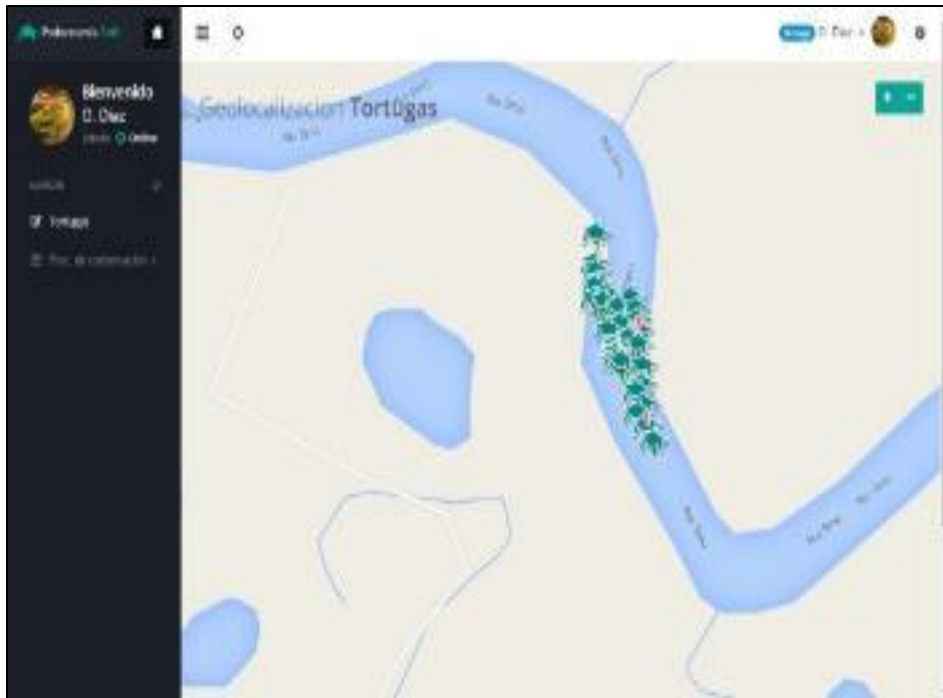
En todo caso, la herramienta *Podocnemis-Soft* cuenta con 5 módulos:

*Módulo 1. Administrador:* Se enlaza la información relevante de los demás usuarios del sistema, comunidades, ingreso de las noticias, galerías, misión y visión.



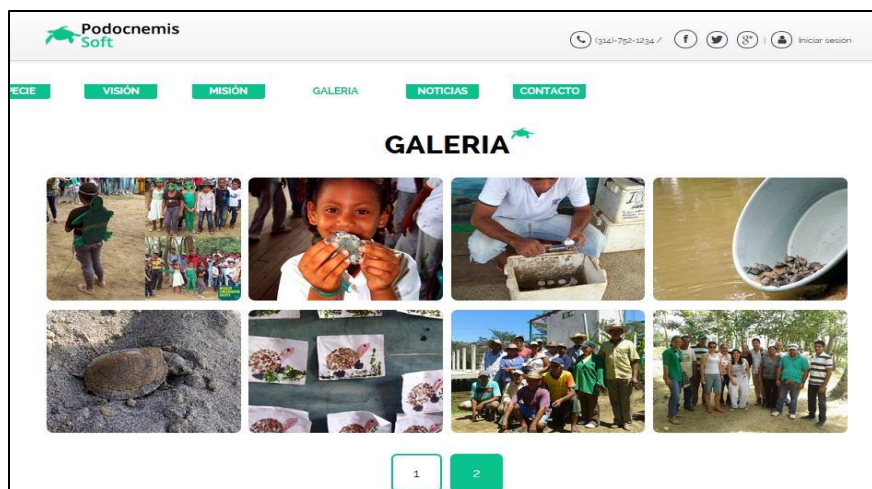
*Módulo 2. Biólogo:* Para ser accedido como usuario biólogo. Se asignan las especies, se observan los procesos de conservación y visualización en el mapa del seguimiento y patrones de movimiento de cada tortuga (ver Figura 4).

**Figura 4. Patrón de movimiento de las tortugas**



*Módulo 3. Usuario Invitado:* El usuario invitado desarrolla actividades y acciones en su acceso al sistema, pudiendo realizar comentarios de las especies, ver la misión y visión del proyecto, noticias y galerías de imágenes (ver Figura 5).

**Figura 5. Pantalla galería de imágenes**





*Módulo 4. Administración de Usuarios:* Este módulo gestiona los permisos, ingresos, edición y eliminación de los usuarios que acceden al sistema (ver Figura 6).

**Figura 6. Gestión de administración de usuarios**

Administración - Usuarios

Usuario Registrados

10  Filtrar:

ID	NOMBRE	USUARIO	RANGO	EMAIL	ACCIONES
1	O. Diaz	osdine	biologo	osdina@corre.com	<input type="button" value="Ver"/>
2	R. Mendozas	raulm	administrador	raul@correo.com	<input type="button" value="Ver"/>

*Módulo 5. Gestión de Reportes:* Esta parte obtiene y enlaza información relevante de los reportes del sistema, para los procesos de conservación, listado de tortugas, reportes de los usuarios del sistema, patrones de movimiento, etc. (ver Figura 7).

**Figura 7. Reporte de tortugas**

Podocnemis Soft

REPORTE DE TORTUGAS

05/11/2014

ID	Nombre	Serial	Ult. Latitud	Ult. Longitud	Ult. Fecha
1	T020	123456	9.23811	-75.87986	2014-05-02 00:00:00
2	T028	123	9.23175	-75.85876	2014-12-11 01:00:00

2 tortugas registrados en el sistema

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Durante varios días se realizaron seguimientos tanto a las tortugas, como a la aplicación en busca de resultados, ejecutando seguimientos a la comunidad para la conservación de las tortugas de río. Alrededor de cada comunidad estaba presente una persona experta en biología que se facultó en el cuidado de las especies, zoo-criaderos y nidadas en incubación. Por tanto, los resultados obtenidos fueron satisfactorios y favorables.

De los datos expuestos, se realizó una prueba a cada una de las personas de la comunidad y a la persona experta en biología a cargo del proyecto de conservación de la

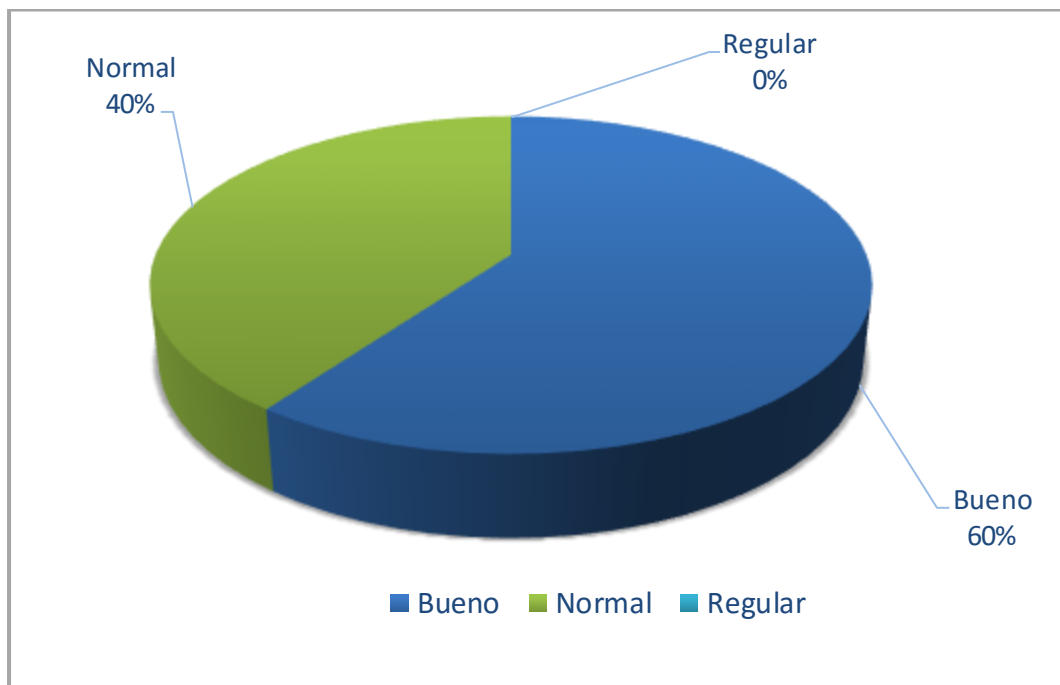


tortuga del río (*Podocnemis Lewyana*), mostrando la eficacia del monitoreo y el acceso e interacción con la plataforma Web, lo cual a su vez le permitió a los actores vinculados directamente, mejorar sus conocimientos y permitir la ayuda de herramientas tecnológicas para la realización de dicha labor de conservación de esta especie. Además, dichas herramientas le permiten al investigador prescindir de la utilización de técnicas no confiables en el monitoreo de la especie.

Específicamente, los resultados fueron:

- Diez (10) de los participantes, es decir el 100%, tuvieron empatía con la aplicación durante la prueba y se le facilita el buen uso, sin problemas.
- Como se aprecia en la Figura 8, el 60% de los participantes tuvieron un grado de satisfacción buena y el resto, es decir, el (40%, tuvieron un grado de satisfacción normal.

**Figura8. Grado de atención de participantes en la aplicación**



Por otra parte, en la Tabla 2, se muestran los datos del monitoreo de las tortugas y la distancia a la que normalmente pudieron ser capturadas en el monitoreo del río sumergidas profundamente por debajo del límite, sin tecnología GPS y utilizando sistemas de telemetría UHF y VHF.



**Tabla 2. Datos de distancias tomadas de las tortugas**

<b>Tortugas evaluadas</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Distancia con dispositivo UHF (m)	37	18	43	26
Distancia con dispositivo VHF (m)	522	613	434	906
Distancia con dispositivo GPS (m)	0	0	0	0
Cantidad de nido:	De las 10 tortugas tomadas para muestras se pudieron localizar, gracias al uso de la tecnología VHF, 4 nidos			

En el módulo de reportes, el biólogo también pudo observar con mayor claridad los avances de las tortugas y del mismo modo, su recorrido en el mapa. Se brindó con esto una mayor capacidad de realizar acciones y medidas en el mejoramiento del hábitat y de los sitios de anidación de las tortugas, conociendo exactamente cuál es su zona de distribución en esta zona del departamento de Córdoba, Colombia. Las distancias reflejadas tienen dependencias mucho del funcionamiento de los dispositivos, por lo cual se observa que en algunas tortugas su identificación se permite a mayor distancia que otras y viceversa.

## **CONCLUSIONES**

Con este trabajo, se promueve el uso de sistemas orientados a la Web y de tecnologías innovadoras para que las comunidades ubicadas en lugares apartados y de difícil acceso cuenten con herramientas que faciliten la conservación de especies, como es el caso de la tortuga *Podocnemis Lewyana*. La aplicación *Podocnemis-Soft* servirá de apoyo para abarcar aspectos en contra de la no deserción y mortandad de las especies de Tortugas de Río en las riveras del río Sinú.

Con el desarrollo de *Podocnemis-Soft*, se crea un sistema funcional que contribuye a la protección de especies en vía de extinción, como son las tortugas de río en el Sinú; difundiendo información relacionada con la especie y los procesos que se llevan a cabo en cada una de las comunidades donde se realizan actividades de conservación. Además, *Podocnemis-Soft* incorpora la funcionalidad de geolocalización mediante telemetría VHF y GPS para las tortugas, con lo cual se obtiene el patrón de movimiento de cada individuo alrededor de las comunidades en donde se lleva a cabo su conservación.

El sistema es favorable para especies en vía de extinción, como lo son las tortugas *Podocnemis Lewyana* del río Sinú del municipio Santa Cruz de Lorica. Además, estimula la participación de las comunidades en donde se trabaja su conservación. Este proyecto



innovador contribuye al desarrollo sostenible de la región, y permite la participación de entes gubernamentales y ambientales enfocadas a la protección de las especies.

Las pruebas realizadas sobre Podocnemis-Soft permitieron determinar las distancias y condiciones óptimas en las que las tortugas (estando o no sumergidas) pudieron ser capturadas en un determinado lapso de tiempo moderado, hasta su próxima captura, siendo detectadas a plenitud. Este procedimiento se realizó de manera periódica y se obtuvo datos para determinar el recorrido de georeferencia de varias tortugas con dispositivos receptores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Larkin R. and Halkin D. (1994). A Review of Software Packages for Estimating Animal Home Ranges. *Wildlife Society Bulletin* 22:274–287.
- [2] Páez V., Morales M. y Lasso C. (2014). Conservación de las Tortugas Continentales de Colombia. Documento en línea. Disponible en [http://www.academia.edu/5218340/Biologia\\_y\\_Conservacion\\_de\\_las\\_Tortugas\\_Continentales\\_de\\_Colombia.pdf](http://www.academia.edu/5218340/Biologia_y_Conservacion_de_las_Tortugas_Continentales_de_Colombia.pdf) (Consulta: septiembre 2014)
- [3] Gonzales N. (2006). Proyecto de Actividades de Prestadores de Servicio Social de la División de C.B.S. para la Evaluación y Protección de Tortugas Marinas Mexicanas. Campamento Tortuguero Isla de Pájaros, Registro en SEMARNAT e INE. México.
- [4] Rivera H. (2008). Iniciativas de Conservación con Tortugas Marinas y su Efecto sobre el Bienestar de la Comunidad. Costa Rica, Turrialba. Documento en línea. Disponible en <https://www.setena.go.cr/documentos/baulas/ASPECTOS%20TECNICOS%20DE%20MANEJO/GUIA%20MANEJO%20DE%20TORTUGAS/tesis%20tortugas%20A2239E.pdf> (Consulta: septiembre 2014)
- [5] El Mundo (2013). Tortugas Vigiladas por Satélite. Documento en línea. Disponible en <http://www.elmundo.es/ciencia/2013/12/26/52bb23d522601d5d568b456e.html> (Consulta: octubre 2014).
- [6] Silva J. (2014). El Tiempo - Tras el Rastro de las Tortugas de Mar en Colombia. Documento en línea. Disponible en <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13352204> (Consulta: octubre 2014).
- [7] Smartconservationtools.org (2013). What is SMART? Documento en línea. Disponible en [http://smartconservationtools.org/what\\_is](http://smartconservationtools.org/what_is) (Consulta: febrero 2015).



- [8] XeoPesca. (2013). XeoPesca, un Software Libre que permite conocer los Puntos con Mayor Probabilidad de Pesca del Día. Documento en línea. Disponible en <http://www.linuxhispano.net/2013/12/03/xeopesca-un-software-libre-que-permite-conocer-los-puntos-con-mayor-probabilidad-de-pesca-del-dia/> (Consulta: febrero 2015).
- [9] SEATURTLE.ORG (1996). About SEATURTLE.ORG. Documento en línea. Disponible en <http://www.seaturtle.org/about/> (Consulta: febrero 2015).
- [10] Anders G.J. et. al. (2009). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs.
- [11] Medem F. (1964). Informe sobre la Fauna Acuática del Tío Sinú. Parte II: Los Reptiles Acuáticos de la Hoya del Sinú. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y Sinú (CMV), Departamento de Investigaciones Ictiológicas y Faunísticas (Pp. 110-151).
- [12] Gallego N. (2013). Programa de Manejo y Conservación de la Rortuga de Río Podocnemis Lewyana. Informe final. Formulación e Implementación de una Estrategia para la Conservación de la Biota Cordobesa. Convenio de Cooperación Conservación Internacional y Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge – CVS, Colombia.

## BIOGRAFIA DE LOS AUTORES

---

### Mario Macea Anaya

Es Ingeniero de Sistemas de la Universidad Incca de Colombia, Magister en Software Libre de la UNAB (Universidad Autónoma de Bucaramanga), Colombia. Es miembro del Grupo de Investigación SOCRATES de la Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. Él es Profesor Asistente de la Facultad de Ingenierías de la Universidad de Córdoba, Montería.

---

### Oscar Díaz Negrette

Es Ingeniero de sistemas, egresado de la universidad de córdoba, Trabaja en el programa de conservación de tortugas del Sinú, como Auxiliar de Telemetría, Técnico en incubación artificial.

---

### Pedro Guevara Salgado

Es Ingeniero de Sistemas, Magister en software Libre, de la UNAB (Universidad Autónoma de Bucaramanga), Colombia. Especialista en Informática y Telemática. Él es Profesor Asistente de la Facultad de Ingenierías de la Universidad de Córdoba, Montería y Miembro Grupo de Investigación SOCRATES Universidad de Córdoba.