



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

**Título: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA REGIÓN ESPECIAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE BAMBURANAO.**

**Autores:** MSc. Marilys Castro Castillo. [cm6jar@frcuba.co.cu](mailto:cm6jar@frcuba.co.cu)

**Institución:** Órgano de Atención al Desarrollo Integral de las Montañas Bamburanao. Cuba.

## RESUMEN

En la presente investigación se aborda una problemática de actualidad en el uso de la información geoespacial, que es la necesidad de una herramienta que agrupe, maneje y analice dicha información y que apoye a la toma de decisiones. Con vistas a solucionar el problema se procedió a diseñar e implementar una Infraestructura de Datos Espaciales en la Región Especial de Desarrollo Sostenible Bamburanao que facilite la gestión eficiente y sostenible de los recursos naturales y la protección de la biodiversidad. Para ello se utilizaron diferentes métodos científicos como el Analítico–Sintético; Modelación; Entrevista; Encuesta; Criterio de Expertos; Métodos de Estadística Descriptiva; Cálculo porcentual; Método *Delphi*. Dicha IDE funciona sobre el protocolo Cliente – Servidor, en plataforma WEB, con las Bases de Datos almacenadas en *Postgress* utilizando el *plugin PostGIS* para el almacenaje de Datos Espaciales y un servidor de mapas (*MapServer 5*) con una interfaz *Web* llamada *Pmapper* encargada de mostrar la información geográfica, consultar tablas, obtener informes, datos, tablas y gráficos. La investigación desarrollada y los resultados obtenidos en el marco de la tesis, confirman que las acciones para el cumplimiento de los objetivos previstos por el programa de desarrollo sostenible de la montaña ante los recursos naturales, pueden ser mejoradas y más eficientes, con el diseño e implementación



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

de la IDE para el manejo de la información y la toma de decisión. La validación de esta propuesta de IDE se realizó mediante el criterio de expertos, escogidos de tal manera que contaran con experiencia en informática en Sistemas de Información Geográficos y en materias medioambientales.

### INTRODUCCIÓN

Las montañas del mundo son mucho más importantes para la vida sobre la Tierra de lo que muchos de nosotros nos pudiéramos imaginar. En efecto, están tan vivas como los océanos y son tan importantes para nuestro bienestar como las selvas de lluvia tropicales en las tierras bajas. Lugar de residencia de uno en cada diez habitantes y santuario para una extraordinaria biodiversidad, las montañas también son la fuente de agua para todos los más grandes ríos del mundo.

Según el libro de las Montañas de Cuba (2003), en Cuba, las regiones montañosas se caracterizan por ser representativas de valores naturales de interés que necesitan de un manejo adecuado. En armonía con actividades de uso, incluyendo asentamientos humanos, que promuevan este desarrollo con el consecuente mejoramiento de la calidad de la vida.

Basado en una eficiente gestión ambiental viéndose esta como el conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. (Gaceta Oficial, 1997)

La información utilizada para apoyar la toma de decisiones en estas regiones presenta muchas deficiencias, lo que impide realizar el manejo y la gestión de los recursos para la protección del medio ambiente sobre bases científicas.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

El empleo de herramientas de análisis de información como las Infraestructuras de Datos Espaciales que usan Sistemas de Información Geográfica (SIG), son capaces de recoger, almacenar, transformar y presentar datos alfanuméricos y espaciales para dar respuestas a interrogantes específicas. Solucionar complejas tareas de gestión, ordenamiento y análisis de la información proveniente de técnicas de avanzada puede facilitar la solución de esta dificultad.

La Región Especial de Desarrollo Sostenible Bamburanao tiene como base económica la agropecuaria; actividad forestal, ganadería y cultivos varios. Donde se hace necesaria y esencial la evaluación de los recursos naturales existentes en el mismo. Para recomendar una mejor explotación de los recursos naturales; preservar el medio ambiente y poder garantizar los mismos para las futuras generaciones.

Entonces podría preguntarse: ¿cuánto se consume realmente? ¿a cuánto ascienden las potencialidades de los recursos existentes? ¿cuál será la tendencia del uso de los mismos en los próximos años? ¿qué medidas tomar? ¿se maneja sosteniblemente los recursos naturales en el área que ocupa el Plan Turquino Bamburanao?

Todas estas interrogantes se resumen en el problema científico de esta investigación:

**¿Cómo diseñar e implementar una Infraestructura de Datos Espaciales en la Región Especial de Desarrollo Sostenible Bamburanao que facilite la gestión eficiente y sostenible de los recursos naturales existentes?**

Para dar una vía adecuada a esta investigación se plantea la siguiente **hipótesis**:

Una Infraestructura de Datos Espaciales permitiría aumentar la eficiencia en el manejo de la información y el acierto de la toma de decisiones para la gestión en



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

la Región Especial de Desarrollo Sostenible Bamburanao sobre los recursos naturales.

En función de este problema la investigación pretende seguir como **objetivo general**:

Diseñar e implementar una Infraestructura de Datos Espaciales en la Región Especial de Desarrollo Sostenible Bamburanao que facilite la gestión eficiente y sostenible de los recursos naturales existentes en la misma.

Para llevar a cumplimiento este objetivo general se plantean los siguientes **objetivos específicos**:

1. Recopilar y evaluar la información alfanumérica y cartográfica existente sobre los recursos naturales en el área que comprende la Región Especial de Desarrollo Sostenible Bamburanao.
2. Diseñar e implementar la metodología a utilizar.
3. Evaluar la eficiencia y sostenibilidad de la Infraestructura de Datos Espaciales.

Los métodos científicos a utilizar son:

Los mismos se aplican para los diferentes fines dentro de la investigación:

### **Métodos teóricos:**

1. Análítico –Sintético: posibilitó analizar el problema planteado en sus múltiples relaciones y componentes y para la unión de las diferentes partes analizadas y definir las relaciones esenciales entre ellas.
2. Modelación: posibilitó investigar la realidad a través de un modelo atendiendo al objetivo que se plantea en la investigación.

### **Métodos del nivel empírico:**



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

1. Entrevista: empleada para conocer los criterios de los decisores acerca del manejo de los recursos naturales.
2. Encuesta: tiene como objetivo obtener la información necesitada por la Junta Coordinadora para la toma de las decisiones
3. Criterio de Expertos: utilizado para la validación de la propuesta de solución de esta investigación.

### De nivel estadístico ó matemático

1. Métodos de Estadística Descriptiva: Empleados para realizar el procesamiento de la información recolectada con los instrumentos asociados a los distintos métodos.
2. Cálculo porcentual: empleado para el análisis matemático de los resultados de la encuesta y entrevista.
3. Método Delphi: permitió realizar las inferencias estadísticas de la investigación.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Caso de estudio

Para analizar los resultados del diseño e implementación de la Infraestructura de Datos Espaciales para el manejo sostenible de los recursos naturales en la Región Especial de Desarrollo Sostenible Bamburanao presentamos como se realizó un caso de estudio sobre la base de la metodología propuesta. El mismo se basa en la necesidad de la construcción de un embalse en el área que ocupa el municipio de Yaguajay en la REDS Bamburanao.

Según la estructura de la red y el hardware utilizado le permite al usuario (decisor) obtener rapidez de respuesta; adecuada capacidad de consulta y funcionalidad del sistema.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Uno de los objetivos planteados en el desarrollo de la IDE, fue la de desligar del usuario la necesidad de instalar algún software específico. Para acceder a cualquiera de las aplicaciones del sistema, el usuario necesita únicamente estar conectado a la red local de la REDS Bamburanao, ejecutar un programa de navegación, y acceder al enlace correspondiente. Teniendo en cuenta lo anterior podemos plantear que, la elección del software utilizado, cumple con las funcionalidades básicas; teniendo en cuenta las tareas a resolver según los objetivos previstos para la implementación del sistema. Además permite la interoperabilidad con el usuario y la retroalimentación del mismo.

La IDE funciona sobre el protocolo Cliente – Servidor, en plataforma WEB, con las Bases de Datos almacenadas en *Postgress*, utilizando el *plugin PostGIS* para el almacenaje de Datos Espaciales y un servidor de mapas (*MapServer 5*) con una interfaz Web llamada *Pmapper* encargada de mostrar la información geográfica, consultar tablas, obtener informes, datos, tablas y gráficos utilizables para el manejo sostenible del recurso en la REDS Bamburanao.

La información geográfica permite la pertinencia de los análisis; potencia la toma de decisiones; apoya el manejo de los recursos naturales; promueve la autorreflexión y la autovaloración. El caso de estudio propuesto se basa en los Mapas Topográficos 1:25000 de la REDS Bamburanao; Limite de la REDS; Limite del municipio Yaguajay; Mapas Temáticos de geología, hidrología, litología, suelo y uso de la tierra. Como se muestra a continuación la Geología representa el análisis del tipo de base que se puede encontrar, el principal factor limitante es el carso que al ser muy poroso no retiene el agua, convirtiéndose en una superficie muy poco conveniente para sobre ella construir un embalse.

Categoría Agrícola. La cual representa la actividad económica presente en el área en cuestión que limita la construcción de un embalse, a consecuencia de su



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

importancia para la zona, este factor es muy útil para sopesar la posibilidad de construcción ya que la actividad económica lo mismo impulsa la construcción que la retiene al ser tierras fértiles o estar ocupadas por actividades e gran importancia económica. Profundidad promedio del suelo es otro factor que define la profundidad del embalse, así como el tipo de impermeabilización del fondo del embalse en caso de que se decida su construcción.

Precipitaciones medias anuales deben ser altas tanto en el área en cuestión así como en la zona de recarga de las cuencas y microcuencas que sirven de abasto al embalse. El nivel de humedad promedio del suelo nos brinda una medida de la retención de líquido en el área en cuestión, si esta es baja es señal de que el terreno es de mucha infiltración hacia niveles más bajos del suelo (manto freático) y si es alta es señal de que el suelo infiltra poco y buena señal construcción del embalse.

Presencia de ríos, arroyos y el potencial subterráneo favorecen el llenado del futuro embalse así como puede limitar su construcción si los mismos constituyen un sistema de poca importancia, de función solamente en periodo lluvioso o de una periodicidad muy corta.

Pendiente del terreno aspecto muy importante ya que define la forma y disposición en el terreno del embalse, así como define la imposibilidad de construcción si la diferencia de altura es considerable en el área propuesta.

Del análisis anterior y tomando en cuenta las características que arroja cada mapa se llega al siguiente resultado:

En el área que ocupa el municipio de Yaguajay en la REDS Bamburanao no es factible la construcción de un embalse dadas las características del terreno y el suelo, la presencia en la zona de una gran cantidad de cuevas, como representantes del carso presente en la estructura geológica del área. También se



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

puede observarse en el área la presencia de tres áreas protegidas que pudieran ser afectadas con la construcción de un embalse, así como los niveles de pendiente del terreno que provocarían grandes retos tecnológicos a la hora de construir el mismo.

### Validación de la propuesta

La validación del diseño e implementación de la Infraestructura de Datos Espaciales para el manejo sostenible de los recursos naturales en la REDS Bamburanao se realizó por criterios de expertos, lo cual se llevó a cabo según lo establecido en las indicaciones para la evaluación por los mismos utilizando el Método *Delphi*.

Durante la elaboración de las tareas propuestas en la investigación, se intercambió con profesionales de la informática, propiamente del tema de manejo de información geográfica utilizando aplicaciones informáticas. Además se tuvo en cuenta la opinión de los expertos que se dedican a la geografía, a la elaboración y levantamiento de información en forma de mapas. Como tercera opinión se contó con los especialistas en medio ambiente; los cuales por su experiencia aportaron consideraciones en la verificación del problema y la necesidad de darle solución al mismo. En el trabajo se consideraron 105 especialistas a los que se aplicó una encuesta y de los cuales se seleccionaron 35 como expertos de las categorías (Medio Ambiente, Geografía e Informática) los que tienen un coeficiente K entre 0.8 y 1.

Después de realizar estos cálculos y haber seleccionado los expertos. Se decide la utilización de 12 expertos en Informática, 11 expertos en Geografía y 11 expertos en Medio Ambiente, de los 105 especialistas encuestados, a los que se les aplicó el procedimiento. Todos los especialistas considerados como expertos estudiaron, examinaron y revisaron la propuesta elaborada y expresaron sus





## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

criterios a través de una guía de preguntas Todos estos expertos fueron consultados de modo individual a partir de la aplicación del cuestionario y con la intención de lograr un consenso general o las motivaciones discrepantes con respecto al trabajo desarrollado y de donde se procesan estadísticamente los resultados mediante la aplicación del Método *Delphi*.

También se le hizo llegar a todos esos expertos un cuestionario con respecto a los aspectos del trabajo que el investigador quiere someter a su validación En este caso se seleccionaron siete aspectos para evaluar el contenido de la IDE (Geografía); siete para evaluar el diseño e implementación (Informática) y siete para evaluar validez medioambiental del mismo.

Debían marcar en una escala de cinco categorías la evaluación que consideraran tenía cada aspecto. Las categorías evaluativas empleadas fueron: muy adecuado (MA), bastante adecuado (BA), adecuado (A), poco adecuado (PA) e inadecuado (I).

Se calcula una distribución de frecuencia a partir de los datos originales o primarios para cada uno de los aspectos sometidos a consulta y se obtiene la tabla de matriz de frecuencias. Luego se calcula la tabla de matriz de frecuencias acumulativas. Y luego se obtiene la matriz de valores de abscisas:

Seguidamente y realizando el mismo procedimiento, referente a la categoría empleada para la valoración de la forma, diseño e implementación de la IDE (Informática). De igual manera se expone lo referente a la validez medioambiental de la propuesta obteniéndose la matriz de valores de abscisas:

Obteniéndose que A1, A2, A3, A4, A5, A6 y A7 se encuentran en el rango de MA a BA. Observando lo anterior se puede concluir que, según el criterio de los expertos, todas las categorías son significativas por lo que no hay necesidad de realizar una nueva ronda.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Los métodos empíricos de investigación, así como los métodos estadísticos utilizados durante el proceso de investigación indicaron la efectividad de la propuesta, “Diseño e Implementación de la Infraestructura de Datos Espaciales para el manejo eficiente y sostenible de los recursos naturales en la Región Especial de Desarrollo Sostenible Bamburanao.”

De forma general, los expertos son del criterio que la IDE que se propone está correcta, que se ajusta a las características de los elementos a los cuales va dirigido, a las exigencias del nivel y a los requerimientos para ser empleado en el proceso de toma de decisiones.

Por tanto, la aplicación del método de la consulta a expertos confirma que los mismos consideran que “Diseño e Implementación de la Infraestructura de Datos Espaciales para el manejo sostenible de los recurso naturales en la Región Especial de Desarrollo Sostenible Bamburanao”, propuesto es válido como solución del problema de investigación.

### CONCLUSIONES

La realización de las investigaciones teóricas y los resultados de los trabajos experimentales permiten llegar a las conclusiones siguientes:

1. La investigación desarrollada y los resultados obtenidos, confirman que las acciones de seguimiento y evaluación del cumplimiento de los objetivos previstos por el programa de desarrollo sostenible de la montaña, pueden ser mejoradas y más eficientes, con el diseño e implementación de la IDE para el manejo de la información y la toma de decisión en las REDS Bamburanao.
2. Se comprobó, de acuerdo a las condiciones de las REDS, la funcionalidad y efectividad de la metodología propuesta para la automatización del procesamiento de los datos, mediante la aplicación de la IDE, en interés de realizar las acciones



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

necesarias de seguimiento y evaluación del programa de desarrollo de la montaña, las acciones de planificación espacial y gestión ambiental.

3. Se definió el contenido de las bases de datos de atributos espaciales y no espaciales, para el análisis y la toma de decisiones en los aspectos socioeconómicos y ambientales en las REDS Bamburanao.

4. Contribuyó a una correcta selección y utilización de la información existente por parte del usuario final (decisor). Permitió el manejo de importantes volúmenes de datos de una manera intuitiva y fácil. Posibilitó el acceso a la información de una manera descentralizada, basándose en la arquitectura Cliente – Servidor y utilizando solamente un navegador Web (*Firefox, Internet Explorer*, entre otros.)

5. Se validó (por Criterio de Expertos) que la IDE permitió valorar la factibilidad del mismo, por lo que el resultado de la validación fue de Bastante Adecuada (BA) según el Método *Delphi* empleado para la misma. El Diseño e Implementación de la Infraestructura de Datos Espaciales para el manejo sostenible de los recursos naturales en la Región Especial de Desarrollo Sostenible Bamburanao cumple con todos los requisitos teóricos y metodológicos que aseguran su validez; desde el punto de vista del diseño e implementación, así como la calidad de la información empleada en su contenido; como se pudo constatar durante la validación.

### Bibliografía

1. Castro, M y Rodríguez, J. A. (2011): Infraestructura de Datos Espaciales para el manejo de sostenible de los Recursos Hídricos en el municipio Yaguajay. VIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo.[CD-ROM]. Cuba. ISBN:978-959-300-018-5.
2. Martín, G. (2010):” Propuesta de contenido para el levantamiento de la información y la creación de las bases de datos estudio geográfico e infraestructura de datos espaciales para el manejo de la Región Especial



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

de Desarrollo Sostenible “Bamburanao”. La Habana.

3. Martín, G., et al. (2001): Informe final del proyecto 007 05 065. “Sistema de Información Geográfica para el manejo de las Regiones Especiales de Desarrollo Sostenible (REDS) de la República de Cuba” (Nipe-Sagua-Baracoa, Sierra Maestra, Guamuhaya y Guaniguanico) La Habana, GEPROP – CITMA.
4. Negro Cavalcanti, R.” Otros instrumentos de Gestión Ambiental”. II Concurso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. Capítulo 6.
5. Real Academia de la Lengua Española. Real Diccionario de la Lengua Española 22ª Edición [en línea] [consultada el 4 de septiembre de 2010]. Disponible en: <http://buscon.rae.es>.
6. Rodríguez, J. A y Castro, M. (2011): Infraestructura de Datos Espaciales para el manejo sostenible de los recursos hídricos en la REDS Bamburanao. II Taller Nacional. Tecnologías para el abasto de agua y uso de Fuentes Renovables de Energía.[CD-ROM]. Camagüey. ISBN: 959-7102-14-16.
7. Scripta Nova, (2004):” Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Definición y Desarrollo actual en España.” Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Vol. VIII. núm.170.



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”**  
Multidisciplinario  
21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México