

# PROPUESTA METODOLÓGICA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA LIBRE; DIRECCIÓN REGIONAL DE CARTAGO. MINISTERIO DE EDUCACIÓN PÚBLICA. CARTAGO

## PROPOSED METHODOLOGY OF A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM OPEN SOURCE. REGIONAL DIRECTION OF CARTAGO. MINISTRY OF PUBLIC EDUCATION

*Manuel Antonio Solano Mayorga<sup>1</sup>*

*Francisco Rodríguez Soto<sup>2</sup>*

*Universidad Nacional de Costa Rica*

### RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo mostrar el uso de una herramienta prototipo desarrollada con el apoyo de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de carácter libre. Metodológicamente se plantean opciones que pueden ser utilizadas con mayor resolución de problemas que tienen relación con el manejo de información espacial. La aplicación software libre en SIG permite valorarse como una opción óptima de utilizar herramientas de análisis espacial de carácter no comercial en instituciones nacionales para una mejor planificación en los diversos procesos que tienen como componente particular el espacio geográfico. Con el presente artículo se colabora a generar nuevo conocimiento para el soporte de diversos procesos de toma de decisiones. La aplicación de gvSig

1 Académico, Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: [manuel.solano.mayorga@una.cr](mailto:manuel.solano.mayorga@una.cr)

2 Académico, Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: [francisco.rodriguez.soto@una.cr](mailto:francisco.rodriguez.soto@una.cr)

Fecha de recepción: 19 de junio del 2014  
Fecha de aceptación: 29 de setiembre del 2014



prototipo fue implementada en la Dirección Regional del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica, Cartago.

**Palabras clave:** SIG Libre, gvSig, bases de datos espaciales, infraestructura educativa.

## ABSTRACT

This article aims to demonstrate a prototype tool developed with the support of a Geographic Information System (GIS) of free nature, which can be applied in the handling of information of the Regional Directorate, Cartago, the Ministry of Public Education Costa Rica. Similarly, there is a need for further dissemination of the free options that can be used more frequently in solving the various problems that are directly related to the management of spatial information.

The need to implement free solutions must become a great option to give a chance to national institutions to use spatial analysis tools for free. The reasons are varied, social, economic, technological, among others, which should work to become a solution within reach of a vast majority of institutions. All this will help to generate new knowledge and which will support various decision making processes.

In this paper the application of gvSig as a viable, economic and technological alternative is proposed for the Ministry of Education to monitor part of the institutional infrastructure, and based on this to better planning in the various processes involved as a special component the geographical space.

**Keywords:** Free GIS, gvSIG, Spatial Databases.

## Introducción

Es necesario mencionar que la utilización de software código abierto da la opción de no crear una dependencia de tipo comercial y compartir con desarrolladores y usuarios anuentes a la colaboración. Es una novedosa relación con quienes desarrollan *software* libre, permitiendo mayor interacción con éstos. Lo anterior puede ayudar a que el dinero anteriormente invertido en adquisición de *software* se utilice en la formación y fortalecimiento profesional del personal que se dedica a la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Es por esta razón que en este artículo se plantea el cómo se implementa el *software* denominado gvSIG, (Generalitat Valenciana Sistema de Información Geográfica) en la gestión de la información de la Dirección Regional del Ministerio de Educación Pública (MEP), Cartago.

Los SIGs con más de cuatro décadas desde su aparición y conforme se publican diversas aplicaciones en los más variados campos, siguen siendo una tecnología que día a día tiene mayores posibilidades de ser utilizada (Solano, 2012).

El SIG está planteado como un eje transversal para la gestión y planeamiento urbano regional, el manejo de la información geoespacial es parte fundamental dentro de los procesos de diagnóstico, pronóstico



y propuesta. La información cartográfica y alfanumérica de sus bases de datos sirve como instrumento técnico-tecnológico que permite describir la situación actual, colaborar en la simulación de escenarios tendenciales y en la visualización de escenarios propuestos para cada una de las temáticas espaciales (Rodríguez, 2007).

Para una adecuada gestión de las ciudades y su entorno resulta de vital importancia conocer las condiciones geográficas del territorio. Las herramientas tecnológicas resultan, cada vez más, factores fundamentales para la eficiencia y la eficacia en la toma de decisiones (Rodríguez, 2007).

Afirma Olaya (2012):

El *software* libre ha experimentado en los últimos años un crecimiento impensable tiempo atrás. En la mayoría de las áreas existen ya alternativas libres al *software* privativo, suficientemente maduras como para dar respuesta a todas las necesidades de los usuarios. (s.p.).

### **Justificación**

El Ministerio de Educación Pública (MEP) posee gran cantidad de infraestructura educativa diseminada a lo largo y ancho de todo el país. La mayoría de la información que posee se ubica en bases de datos descriptivas y gran parte no se encuentra centralizada en las direcciones regionales, sino que la posee cada centro educativo. Además, es importante señalar que ninguna oficina regional posee una herramienta que le permita visualizar los datos espacialmente. En este sentido, esta aplicación es pionera, aportará una primera experiencia en la gestión de geodatos y sus atributos a las 21 Direcciones Regionales del MEP.

A partir del planteamiento anterior, puede deducirse que tanto el MEP como las Direcciones Regionales requieren de una herramienta que les permita visualizar espacialmente la distribución de los centros educativos, pero también que puedan acceder a la información que les apoye en sus diversos procesos de toma de decisión.

Es recomendable diseñar una propuesta metodológica para la implementación de un SIG en la Dirección Regional del MEP- Cartago que mejore la gestión administrativa y territorial del sistema educativo. De igual modo debe diseñarse una base de datos de los centros educativos para utilizarla con fines de planificación; todo lo anterior permitirá monitorear



la infraestructura de los centros educativos. Debe valorarse la posibilidad que experiencias como la presente pueda ser incorporado en las restantes direcciones regionales del país.

### Ministerio de Educación Pública

El MEP tiene a cargo la administración de la educación pública del país, la cual es realizada a través de veintisiete direcciones regionales (ver cuadro 1) y 155 circuitos escolares implementados para tal fin. Las Direcciones Regionales de Educación para el cumplimiento de sus funciones cuentan con dos departamentos: Desarrollo Educativo y Administrativo.

**Cuadro 1.** Direcciones Regionales de Educación

1-Aguirre	10- Liberia	19- Puriscal
2-Alajuela	11- Limón	20- San Carlos
3-Cañas	12- Los Santos	21- San José-Central
4-Cartago	13-Nicoya	22- San José- Norte
5-Coto	14- Norte-Norte	23- San José Sur Oeste
6-Desamparados	15- Occidente	24- San José Oeste
7-Grande de Térraba	16- Peninsular	25- Santa Cruz
8-Guápiles	17- Pérez Zeledón	26- Sarapiquí
9-Heredia	18- Puntarenas	27- Sulá

Fuente: Ministerio de Educación Pública. 2014.

Las Direcciones regionales tienen como función ser el soporte de los diferentes centros educativos que tienen a cargo, así como dictar las políticas para cada una de las regiones.

Dicho ministerio se encuentra en los albores de dotar la tecnología SIG, con la cual buscan poseer una herramienta que dé seguimiento al estado de la infraestructura con que cuenta ya y que los sistemas que tenían anteriormente no permiten la visualización de los datos de cada uno de los centros educativos. Señala Solano, (op cit) que el “conocer sobre la localización de un centro educativo y saber qué existe en su entorno es de suma importancia para orientar decisiones, tales como localizar una nueva obra de infraestructura, o bien, para saber en cuáles condiciones se encuentran” (p.67).

De acuerdo con declaraciones dadas por el señor Leonardo Garnier, Ministro de Educación Pública (La Nación, febrero 2011) el MEP construirá



una serie de infraestructuras (escuelas, colegios, gimnasios, sedes administrativas y otras edificaciones) que tendrán un costo cercano a los  $\text{¢}170,000$  millones ( $\$311,926.605$ )<sup>3</sup>. La implementación de un SIG le permitirá al Ministerio monitorear tanto la infraestructura como otros bienes que poseen los centros educativos y apoyar los procesos de toma de decisión.

Otro ejemplo de aplicación SIG para el MEP, es en la construcción de los nuevos colegios con dormitorios en las zonas indígenas, con sus respectivos módulos tecnológicos.

La infraestructura nueva puede ser representada dentro de un SIG para darle su respectivo mantenimiento, pero también pueden realizarse diversas consultas sobre la localidad de donde provienen los estudiantes y conocer el entorno del estudiante más rápidamente.

El MEP realizó una inversión cercana a los  $\text{¢}17,400$  millones ( $\$31,926.605$ ) para la construcción de las nuevas obras. El monto de la inversión pública hace necesario que se le dé el respectivo monitoreo, el cual puede ser elaborado con la aplicación del SIG.

El MEP es una institución que por la cantidad de infraestructura, estudiantes, docentes y presupuesto para el mantenimiento de sus edificaciones da la oportunidad de mostrar la alta capacidad de los SIGs en la gestión geoespacial. Por tanto, no se trata de construir un *software* de SIG, sino, más bien, busca implementar un sistema que permita a la Dirección Regional de Cartago gestionar información espacial y descriptiva de cada uno de los centros educativos.

Otro caso de aplicación, lo constituye la realidad de que muchos centros educativos no cumplen con las normas mínimas que exige el Ministerio de Salud. Por ejemplo, en el 2009 fue clausurado por tiempo indefinido el Colegio “Ricardo Fernández Guardia”, en San Sebastián, ya que no tenía abastecimiento de agua potable y los servicios sanitarios y lavatorios se encontraban en mal estado. Sin embargo, el MEP manifestó que el colegio se encontraba en perfectas condiciones. Lo anterior es una clara muestra de que la utilización del SIG en el MEP ayudará al proceso de toma de decisiones.

Por situaciones similares, en ese mismo año, también fueron cerrados otros colegios, Diurno de Esparza y Técnico Profesional de Siquirres.

3 Tipo de cambio del dólar de 545 colones por dólar americano. Banco Central de Costa Rica, Octubre 2014.



Como señala Solano (ibid) la necesidad de que la información de los centros educativos pueda visualizarse y analizarse espacialmente lo conforman los impactos que tienen los eventos naturales sobre la infraestructura educativa, por ejemplo, el terremoto del 08 de enero del 2009, en Cinchona, cantón de Poás donde se afectaron 23 centros educativos y fue necesario la inversión de ¢1.200 millones (\$2,201.835) para reparar parte de los 23 centros educativos afectados en esa área geográfica.

En el caso particular del Ministerio de Educación Pública, existe una necesidad de espacializar su información. El MEP posee diversas bases de datos que contienen atributos muy diversos de cada una de las Direcciones Regionales que incluye información desde el número de docentes hasta número de niveles por cada centro educativo. Sin embargo, este Ministerio no posee ninguna herramienta que permita expresar dichos datos en mapas temáticos, ni mostrar el estado de los centros educativos de acuerdo a ciertos atributos.

De la investigación realizada hasta el momento, no se logra detectar en el MEP, una herramienta para almacenar todos los datos geoespaciales en un *software* de SIG; por tanto, esta aplicación se convierte en pionera dentro del campo de acción.

### **Alternativa de herramienta SIG**

Para el funcionamiento del prototipo, se utilizó el SIG denominado gvSIG, el cual posee las características necesarias para ser aplicado en la administración de la Dirección Regional del Ministerio de Educación Pública de Cartago. Utilizar este SIG tiene la ventaja de ser libre y, como se ha mencionado anteriormente, la instalación, mantenimiento, manuales, material didáctico, entre otros, no tienen costo alguno. Todo esto se puede localizar en la siguiente dirección electrónica <http://www.gvsig.org/web>. Además, posee una lista de usuarios y foros de discusión en los que cualquier usuario puede realizar o evacuar dudas sin costo alguno.

### **Recopilación de información institucional y trabajo de campo**

En una primera fase se trabajó con la cobertura de los centros educativos que se encuentran en el Atlas Digital de Costa Rica, 2008, del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), sin embargo, al realizar la superpuesta con las fotografías aéreas se encontró un desplazamiento de los



mismos en un rango que va desde los 300 a los 1.000 metros, razón por la cual se desestimó utilizar dichas coberturas.

### Trabajo de gabinete

La segunda fase consistió en la obtención de las ortofotos a escala 1:40.000, del Proyecto CARTA 2005, creadas por la Unidad Ejecutora del Programa de Regularización del Catastro y Registro y utilizadas por el proyecto Planificación Urbana y Regional de la Gran Área Metropolitana (PRUGAM). El objetivo de utilizar estas ortofotos radica en el hecho de servir como fuente de posicionamiento espacial de base para digitalizar cada centro educativo, de una forma precisa con respecto a su ubicación. Escuelas y colegios son capturados en dos entidades diferentes: puntos o polígonos. Las 29 ortofotos que cubren parte de la Dirección Regional de Cartago se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Ortofotos que componen la Región Cartago

Achiotillo	Aguacaliente	Birris
Cachi	Capellades	Carpintera
Charcalillos	Chicua	Cipreses
Coliblanco	Cot	Duan
Juco	Llano Grande	Navarrito
Ochomogo	Pacayas	Palmital
Palomo	Paraíso	Reventado
Sutubal	Tejar	Tierra Blanca
Tiribi	Tobosi	Tres Ríos
Ujarras	Urasca	

**Fuente:** Unidad Ejecutora del Programa de Regularización del Catastro y Registro, Proyecto CARTA 2005.

La Dirección Regional del MEP de Cartago está dividida de seis circuitos escolares. La cantidad de centros educativos por circuito es variable y no existe ni un mínimo ni un máximo definido para ellos (cuadro 3). Como allí se aprecia, se trabajó con un total de 68 centros educativos que incluyen desde preescolar hasta colegios técnicos. La selección de estos Centros no obedece a una situación particular, más bien responde a factores de cercanía, para mayor facilidad de visitarlos y realizar consultas con su personal.



**Cuadro 3:** Categorías de Centros Educativos según Circuito Escolar

Circuito escolar	Preescolar	Escuelas Diurnas	Colegios Académicos Diurnos	Colegios Técnicos	Todas las categorías. por circuito
04	04	16	08	03	31
05	04	31	09	-	44
06	01	30	04	-	35
07	01	27	04	01	33
08	-	32	05	-	37
09	07	23	05	02	37
<b>Total por categoría</b>	<b>17</b>	<b>159</b>	<b>35</b>	<b>06</b>	
<b>Total estudiados</b>	<b>10</b>	<b>45</b>	<b>17</b>	<b>06</b>	<b>78</b>

Fuente: Elaboración propia. A partir de información suministrada por el MEP. 2012.

La cercanía y acceso y dependencia a los centros educativos fueron los factores tomados en cuenta para seleccionar aquellos a incorporar en la base de datos, logrando que los centros seleccionados quedaran bien distribuidos dentro del área de estudio.

Es importante mencionar que para la gran mayoría de los centros educativos en estudio no se tenía registrada una ubicación georeferenciada. Subsananado esta limitante se realizaron visitas al campo registrando con las ortofotos en la computadora portátil y digitalizando en forma exacta cada centro educativo. Igualmente, se tomó una fotografía digital de cada centro con el objetivo de almacenarla en la geobase de datos de gvSIG y, en el momento de acceder a la cobertura correspondiente a un centro escolar, este se pueda visualizar.

Dadas las herramientas provistas en el programa gvSIG para procesar o capturar geodatos, se decidió digitalizar la ubicación de cada centro educativo directamente desde pantalla utilizando el mosaico de ortofotos como base. En la figura 1, se aprecia el Centro Educativo Unidad Pedagógica de Barrio Nuevo, El Guarco, Cartago, que fue digitado sin mayor problema debido a su clara identificación en la ortofoto. Sin embargo, es necesario mencionar que para la respectiva identificación se requiere conocer muy detalladamente el área de estudio, o bien, realizar un trabajo de



campo para localizar cada centro. Un ejemplo de lo anterior se muestra en la siguiente figura.

**Figura 1.** Ubicación de la Unidad Pedagógica de Barrio Nuevo, El Guarco, Cartago.



**Fuente:** Elaboración propia, 2009. A partir del Atlas Digital 2008.

Paralelamente al proceso de digitalización, se diseñó una tabla con los atributos (campos) que se deseaban recabar de cada centro (figura 2) con el objetivo de unirla a la facilitada por el Ministerio de Educación Pública.

**Figura 2.** Estructura de la base de datos



CODIGO	NOMBRE	CODINS	Vinculo
4053	ELIAS LEIVA...	140	
4055	SAGRADO C...	125	
4051	SAN LUIS G...	128	
4853	NOCTURNO ...	319	
0	MIRAVALLE	363	
0	BILINGÜE S...	1375	
4050	VICENTE LA...	127	
0	SAINT EDW...	1378	
4054	SERAFICO S...	129	G:\Escuelas\...
...	...	...	...

Fuente: Elaboración propia, 2009. A partir de información suministrada por el MEP.

El campo utilizado para realizar la respectiva unión fue **CODINS**, el cual representa un código institucional único que asigna el MEP a cada centro educativo. El campo denominado **Vinculo** fue el utilizado para colocar la fotografía digital de cada centro con el objetivo de mostrar su estado. La idea de contar con este campo en la base de datos es que en el futuro, se puedan incorporar otras fotos digitales, mostrando el estado, entorno, y seguridad del inmueble, entre otros, y así contar con una “radiografía” de las principales condiciones de cada centro educativo.

En forma paralela al proceso de digitalización, se realizaron diferentes reuniones con funcionarios del MEP, específicamente, con el señor Rigoberto Villalobos González, Geógrafo, encargado de la Dirección de Infraestructura y Equipamiento Educativo Departamento de Proyectos (DIEE). La finalidad de dichas reuniones fue explicar los objetivos y alcance del proyecto y solicitar a la vez los datos necesarios para cada uno de los centros educativos de la Dirección Regional de Cartago. La DIEE aportó las bases de datos de los centros educativos al año 2009 por tipo de Centro, a saber:



- Infraestructura centros de enseñanza especial
- Infraestructura colegios
- Infraestructura escuelas diurnas
- Infraestructura escuelas nocturnas
- Infraestructura preescolar

Toda la anterior información se refiere exclusivamente al estado de la infraestructura de los centros educativos.

De igual forma, en la base de datos aportada por la DIEE, se localiza otra información que hace referencia a la nómina de los centros educativos que proporciona datos sobre los siguientes tópicos:

- Académica diurna
- Académica nocturna
- Centros de enseñanza especial
- Escuelas diurnas
- Escuelas nocturnas
- Oportunidades
- Preescolar
- Técnicos
- Telesecundaria.

Una vez revisada la información, se procedió a seleccionar la correspondiente a la Dirección Regional del MEP, Cartago, con el objetivo de preparar la respectiva unión de las tablas y, al hacer consulta sobre un centro educativo en particular, pueda visualizarse información literal proporcionada por el MEP.

El proceso de unión de tablas presentó complicaciones, ya que gv-SIG no lee en forma transparente las tablas provenientes del MEP, razón por la cual se realizó un proceso de depuración para que existiera comunicación entre ambas. Dicho procedimiento se explica a continuación:

- Modificar nombres de los campos. Como se observa en la siguiente figura, existían nombres que ocupaban varios registros:

Figura 3. Estructura de la base de datos proveniente de DIEE

1	Aulas Académicas					Aulas Asig. Especiales					Espacio de Biblioteca				
	Total	Buenas	Regulares	Malas	Requerida	Total	Buenas	Regulares	Malas	Requerida	Total	Buenas	Regulares	Malas	Requerida
2					Cantidad					Cantidad					Cantidad
3	Total	Buenas	Regulares	Malas	Requerida	Total	Buenas	Regulares	Malas	Requerida	Total	Buenas	Regulares	Malas	Requerida
4	29	29	0	0	13	11	11	0	0	5	1	0	1	0	1
5	44	22	22	0	10	4	2	2	0	4	1	1	0	0	0
6	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	12	12	0	0	2	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
10	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	4	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
13	9	9	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
14	22	22	0	0	10	3	3	0	0	5	1	1	0	0	0
15	14	14	0	0	4	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0
16	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	13	13	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
19	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
21	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	12	0	10	2	2	4	0	4	0	2	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia, 2009. A partir de información suministrada por el MEP.

En el caso anterior, se nota que el campo “Aulas Académicas” se subdivide en cuatro categorías incluyendo varios campos. Al momento de migrar estos datos a un formato dBase 4, el cual es leído por gvSIG, este tipo de registros no son reconocidos, razón por la cual se procedió a abreviar el nombre de los registros y, especialmente, quedará en una sola columna; por tanto, el campo en mención, “Aulas Académicas”, fue abreviado para las cuatro columnas que los componen de la siguiente manera: AA\_Total, AA\_Buenas, AA\_Regulares, AA\_Malas y AA\_Requeridas.

Con lo anterior, se logró que para cada registro existiera una sola columna, requisito indispensable para el formato dBase 4 y, fuera transparente la comunicación entre la tabla y gvSIG.

Una vez realizado el anterior proceso se revisó minuciosamente la base de datos para descartar columnas en blanco ya que para separar campos se incluyó una en blanco para tal fin. La existencia de columnas con esas características era reiterativa tal y como se mostró en la figura 3.

Por tanto, fue necesario revisar en forma detallada la tabla para eliminar esas incongruencias para gvSIG.



## Resultados

La aplicación realizada con el Sistema de Información Geográfica, denominado gvSIG, en la Dirección Regional del Ministerio de Educación Pública, Cartago, ha generado una serie de productos que pueden ser de utilidad para la dependencia analizada. Ente ellos se pueden mencionar los siguientes:

- Una aplicación basada en un *software* de Sistema de Información Geográfica Libre, la cual ha demostrado que puede manipular los datos utilizados por el MEP sin mayores problemas. Como se apuntó en la sección metodológica, se trabajó con diversas categorías de centros educativos y, en todos los casos, se logró realizar la unión de la base de datos proporcionada por el Ministerio de Educación Pública con los mapas que se generaron para los centros educativos. Además, se pueden realizar las más diversas consultas de tipo geoespacial para conocer las características de los centros educativos, o bien, para diseñar consultas estructuradas que identifiquen Centros con ciertas condiciones con relación a otros. Lo anterior puede reafirmarse con las consultas realizadas en la metodología.
- Proceso metodológico para integrar la base de datos del MEP con la diseñada para la captura de los centros educativos. Es necesario llevar a cabo un proceso de depuración de la base facilitada por la Dirección de Infraestructura y Equipamiento Escolar (DIEE), de lo contrario esta información no se podrá unir a los mapas que se digitalicen. Las bases de datos facilitadas por el MEP han sido totalmente adaptadas para permitir comunicación directa con el gvSIG. Así en la Dirección Regional de Cartago podrán ser unidas dichas bases de datos a la tabla de atributos de un archivo “shape” en gvSIG sin mayor problema técnico.
- Integración de la base de datos proporcionada por el MEP con las siguientes coberturas investigadas en campo, a saber: pre-escolar, escuelas, colegios y colegios técnicos. Las coberturas mencionadas anteriormente ya se encuentran asociadas con los datos proporcionados por el MEP, lo que permite realizar diferentes consultas para conocer sus atributos, o bien, agruparlas de acuerdo a una directriz determinada por la Dirección Regional.



- Levantamiento en campo de 10 centros de educación pre-escolar, 58 escuelas, 23 colegios académicos y 7 colegios técnicos.  
Con base a las fotografías aéreas y al trabajo de campo realizado, se logró localizar de forma exacta los 98 centros educativos; actualmente estas coberturas pueden ser utilizadas sin mayor problema porque se encuentran geo-referenciadas.

Realizadas las correcciones anteriores, se procedió a exportar las bases de datos al formato dBase 4, con lo cual se obtuvo que la tabla se almacena con el formato presentado en la figura 4; este formato aplicó para todas las variables.

**Figura 4.** Nueva estructura de la base de datos aportada por el DIEE

K	L	M	N	O
NOMBRE	AA_TOTAL	AA_BUENAS	AA_REGULAR	AA_MALAS
MARIAN BAKE	15	15	0	0
SAINT JOSSE	6	6	0	0
SECC.NOCT.MARIO QU	52	51	0	1

**Fuente:** Elaboración propia. A partir de información suministrada por el MEP 2009.

Este formato reúne las condiciones para realizar la unión de tablas, tanto la entregada por el MEP como la generada al momento de digitalizar los centros educativos. Por tanto, el único paso pendiente era unir las tablas utilizando la herramienta que posee gvSIG para dicha tarea. Con lo anterior, se logró que en el momento de consultar a un centro educativo en particular se visualice toda la información entregada por el MEP.

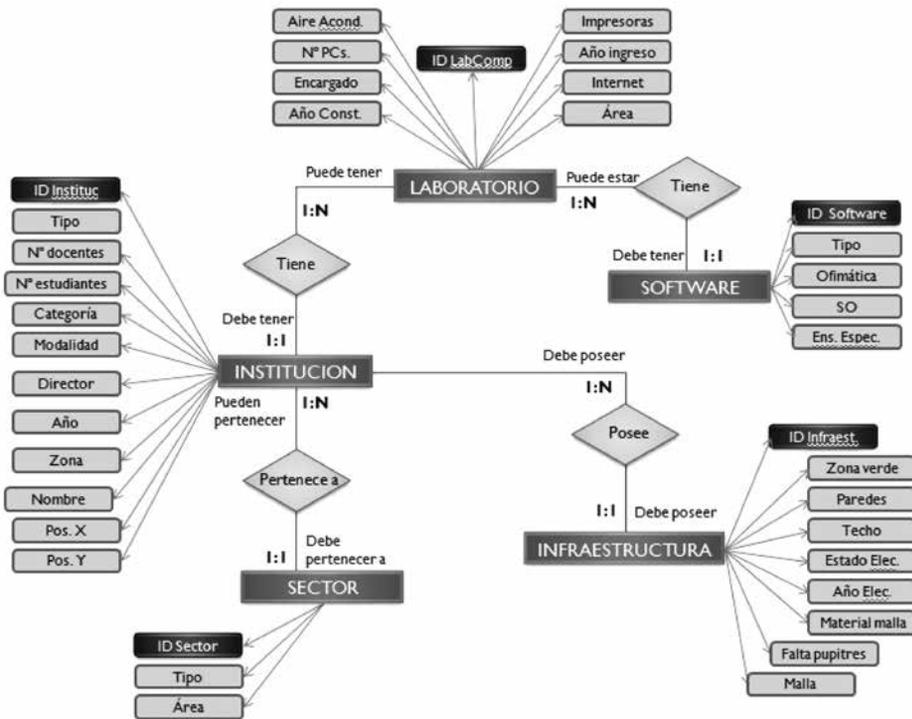
Sin embargo, cuando se realiza la unión de tablas, surgen algunos inconvenientes, por ejemplo, la tabla de la cobertura resultante almacena en forma desordenada los atributos, lo cual provoca que las consultas se visualicen de la misma forma.

A pesar de lo anterior se pueden realizar consultas estructuradas, ya que la unión permite hacerlas sin problema alguno. De igual forma, el resultado de las consultas realizadas pueden guardarse como una nueva cobertura para fines determinados.



- **Modelo Conceptual.**  
Otro producto obtenido consiste en el modelo conceptual para ser desarrollado por la Dirección Regional. La figura 5 muestra cuales deben ser las variables a considerar al momento de implementar este prototipo. Las variables mencionadas no significan que sean exclusivas ya que dependiendo de la aplicación pueden ser consideradas otras, por ejemplo, área en zonas verdes, sistema de alarma, existencia de casetilla de seguridad.

**Figura 5.** Nueva estructura de la base de datos aportada por el DIEE



Fuente: Elaboración propia.

Códigos empleados en la figura:

- ID LabComp: Identificador del Laboratorio de Cómputo
- Aire Acond.: Aire Acondicionado
- N° PCs.: Número de Computadoras Personales
- Año Const.: Año de Construcción



-ID Instituc.:	Identificador de Institución
N° Docentes:	Número de Docentes
N° Estudiantes:	Número de Estudiantes
-ID Sector:	Identificador del Sector
-ID Software:	Identificador Software
SO:	Software ofimático
Ens. Espec:	Enseñanza Especial
-ID Infraest.:	Identificador de Infraestructura
Estado Elec.:	Estado Eléctrico
Año Elec.:	Año instalación electricidad.

### Conclusiones

El gvSIG posee una serie de módulos y comandos que permiten realizar las más diversas operaciones y, además, se puede instalar en el idioma español, lo cual permite a los funcionarios del MEP capacitarse sin mayores problemas.

En un inicio se pretendía levantar información que permitiera caracterizar cada centro educativo, para lo cual se había diseñado una boleta a completar por cada director. Sin embargo, después de las reuniones sostenidas con funcionarios del MEP se tomó la decisión de trabajar con las bases de datos levantadas por el Ministerio al inicio de cada año lectivo. Lo anterior permitió incorporar más información de la contemplada al principio y almacenar los datos que interesan al MEP. Si la metodología utilizada en el presente estudio se desea aplicar en otra dirección regional, se debe tener presente que es necesario depurar la base de datos del MEP para que exista compatibilidad con el gvSIG.

En el futuro cercano se espera que la aplicación desarrollada permita modelar algunos procesos para la toma de decisión en los funcionarios del MEP.

El modelo presentado demuestra que instituciones como el Ministerio Educación Pública pueden utilizar esta herramienta sin mayores complicaciones y manejar la información espacial para realizar diversas consultas sobre el estado de la infraestructura o características de los inmuebles bajo su administración.

Además se concluye que la metodología utilizada puede ser aplicada en las Direcciones Regionales del MEP ubicadas en la Gran Área Metropolitana (GAM), ya que para esta zona se cuenta con el mosaico de



ortofotos generado por el Proyecto PRUGAM, el cual permite ubicar los centros educativos con gran exactitud.

El diseño de la base de datos propuesto en esta aplicación puede ser implementado en cualquier otra Dirección Regional de MEP, con la finalidad de comprobar su posible uso. Solamente es necesario tomar en cuenta que las variables a ser procesadas sean las mismas que el Ministerio registra a inicio de cada año lectivo.

El *software* utilizado es de “código abierto” y permite realizar las modificaciones que se crean pertinentes. Para hacerlo, no es necesario consultar con alguna entidad o persona en particular. Por tal razón, el MEP tiene a disposición una herramienta flexible para el manejo y monitoreo de los centros educativos.

### **Recomendaciones**

Es recomendable para los funcionarios a cargo de la administración del SIG capacitarse en este campo y, puedan guiar a los desarrolladores para personalizar el *software* y se ajuste a las necesidades del Ministerio.

Una de las recomendaciones para la Dirección Regional de Cartago sería considerar de interés, capacitar algunos de sus técnicos desarrolladores en el manejo del software gvSIG y “personalizar” el sistema de acuerdo con las necesidades del Ministerio.

Actualmente, el MEP se encuentra implementando una geobase de datos utilizando un *software* comercial. Sería recomendable que, en forma paralela, se analicen las virtudes y limitaciones de soluciones basadas tanto en *software* propietario como libre.

También es recomendable para la Dirección Regional que lo vaya a implementar tener presentes las características en los campos de las tablas para su vinculación utilizando gvSIG, donde será necesario revisar y actualizar el diccionario de datos acá propuesto.

Para implementar este modelo en otras zonas del país, debe contarse con las fotografías aéreas respectivas, de lo contrario sería necesario realizar una campaña de levantamiento de los centros educativos con receptores del Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y, posteriormente, integrarlo a la geobase de datos. Se recomienda coordinar con el Programa de la Unidad Ejecutora del Catastro y Registro el suministro de las fotografías aéreas para esas direcciones regionales que se encuentran fuera de



la GAM. Igualmente, es recomendable que la persona encargada de llevar ese proceso de digitalización conozca con detalle el área para realizar una adecuada localización de los centros educativos.

Por último, como recomendación general se considera el difundir el uso de SIG libre, así contribuir con las instituciones en realizar aplicaciones bajo este tipo de plataformas y reducir gastos en la adquisición de *software* comercial y licenciado. Lo anterior puede lograrse por medio de la implementación de proyectos de investigación, en los cuales se pueda analizar y calcular la inversión realizada por las instituciones nacionales, por concepto de pago de licenciamiento e ir documentando un análisis del costo beneficio para el sector educativo.

### Referencias

- Asociación para la promoción de la geomática libre y el desarrollo de gv-SIG. (2011). *Portal gvSIG*. Recuperado de: <http://www.gvsig.org>
- Instituto Tecnológico de Costa Rica (2008). *Atlas Digital de Costa Rica. Cartago, Costa Rica*: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. (2008). *Diagnóstico del Proyecto Regional Urbano de la Gran Área Metropolitana PRU-GAM*. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública (2011, 10 febrero). *Infraestructura Educativa*. [http://www.nacion.com/opinion/editorial/Infraestructura-educativa\\_0\\_1176682372.html](http://www.nacion.com/opinion/editorial/Infraestructura-educativa_0_1176682372.html)
- Ministerio de Educación Pública (2012). Informe del Despacho Académico sobre el trabajo en las Direcciones Regionales. Documento interno de trabajo en el MEP.
- Ministerio de Justicia y Gracia. Programa de Regularización del Catastro y Registro. (2005). *Ortofotos a escala 1:40.000*: Proyecto CARTA 2005.
- Olaya, V. (2012). *Sistemas de Información Geográfica*. Tomos I y II. España: OSGeo.
- Rodríguez, F. (2007). Apoyos tecnológicos geoespaciales para la planificación urbano regional. *Revista Ambientico*, 168, 21-22. Recuperado de: <http://www.google.co.cr/#q=francisco+rodriguez+Apoyos+tecnol%C3%B3gicos+geoespaciales+para+la+planificaci%C3%B3n+urbano+regional>
- Solano, M. A. (2012). El Uso de Sistemas de Información Geográfica Libre en Costa Rica. En *Revista Geográfica de América Central*, 48, 61-74.

