



OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

Eslendy Alvarado Carrascal, Carlos Duarte Santos¹ y Fabián Leonardo Yory Sanabria²

¹Estudiantes Investigadores Ingeniería Ambiental. Slyalvarado@outlook.es, Carlosdualsan@gmail.com

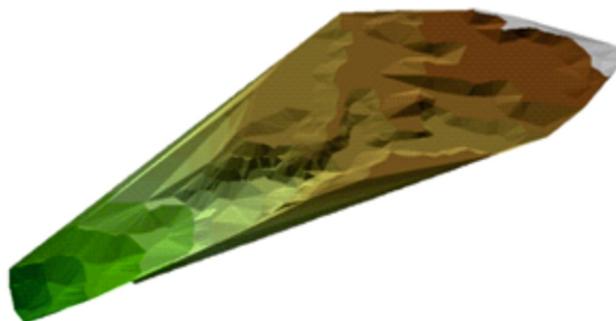
²Ingeniero Geólogo. Especialista en entornos virtuales. Magíster en Ciencias de la Educación con Énfasis en Informática. Docente. Grupo de Investigación en Ingeniería Ambiental, Universidad Libre Seccional Socorro. Campus Universitario Majavita. Fabian.yory@unilibre.edu.co

Recepción artículo noviembre 23 de 2013. Aceptación artículo septiembre 14 de 2016

EL CENTAURO. ISSN: 2027-1212

RESUMEN

Figura 1. Microcuenca La García.



Problema Central: Las herramientas informáticas constituyen un instrumento de gran importancia en las tareas de planificación ambiental y ordenación del territorio. Con ellas es posible resolver con mayor facilidad complejos problemas de asignación de actividades al territorio, considerando para ello tanto su aptitud intrínseca, como el posible impacto ambiental de una actividad específica en ese punto de la zona. **Objetivo:** Determinar el uso potencial de herramientas informáticas en los procesos de optimización de la gestión de la información ambiental de cuencas hidrográficas. **Metodología.**

Mediante la recopilación de información primaria y secundaria de la microcuenca La García, del municipio del Socorro-Santander, se generó la base de datos como instrumento fundamental para el procesamiento y representación de la información. Posteriormente se realizó la respectiva transformación de formatos con el propósito de ejecutar la entrada y salida de datos en las diversas herramientas informáticas. Finalmente se evaluó la temática normativa a gestionar y establecer el análisis del cumplimiento de la misma en la zona de estudio. **Resultados:** Se determinó mediante el análisis estadístico del SIG que existen 12 viviendas que incumplen con la norma de vertimientos para el sector rural, donde 8 de ellas vierten los residuos líquidos a potreros y las 4 restantes lo hacen a las quebradas. Se identificaron 42 predios con captaciones de agua sin permiso de concesión. Del total de predios sin permiso de concesión 22 son de la vereda Chochos, 18 de la vereda Alto de Reinas y 2 de la vereda Alto de la Cruz. **Conclusiones:** Para que los SIG sean herramientas para la toma de decisiones éstos no sólo deben tener un uso instrumental sino también interpretativo. Como herramientas en la toma de decisiones, los SIG cumplen de manera general con los requerimientos tanto en el apoyo como en el soporte en la toma de decisiones, con más capacidades de resolver problemas estructurados en el primer caso y problemas no estructurados en el segundo.

Palabras clave

Herramientas informáticas, cuencas hidrográficas, gestión de la información, base de datos.

ABSTRACT

Central problem: The computer tools constitute an instrument of great importance in the tasks of environmental planning and ordination of the territory. With them it is possible to solve with more easiness complexes problems of assignment of activities to the territory, considering so much for it their intrinsic aptitude, as the possible environmental impact of a specific activity in that point of the area. **Objective:** To determine the potential use of computer tools in the processes of optimization of the administration of the environmental information of basins hidrografics. **Methodology:** By means of the summary of primary and secondary information of the microcuenca The García, of the municipality of THE Socorro-Santander, was generated the database like fundamental instrument for the prosecution and representation of the information. Later on he/she was carried out the respective transformation of formats with the purpose of executing the entrance and exit of data in the diverse computer tools. Finally the thematic one is evaluated normative to negotiate and it establishes the analysis of the execution of the same one in the study area. **Results:** It was determined by means of the statistical analysis of the SIG that exist 12 housings that incumplen with the vertimientos norm for the rural sector, where 8 of them pour the liquid residuals at herdsmen and the 4 remaining they make it to the gulches. 42 properties were identified with receptions of water without concession permission. Of the total of properties without concession permission 22 are of the Doddering sidewalk, 18 of the High sidewalk of Queens and 2 of the Cruz's High sidewalk. **Conclusions:** So that the SIG is tools for the taking of decisions these they should not only have an instrumental use but also interpretive. As tools in the taking of decisions, the SIG fulfills in a general way the requirements as much in the support as in the support in the taking of decisions, with more capacities of solving problems structured in the first case and problems not structured in the second.

Keywords

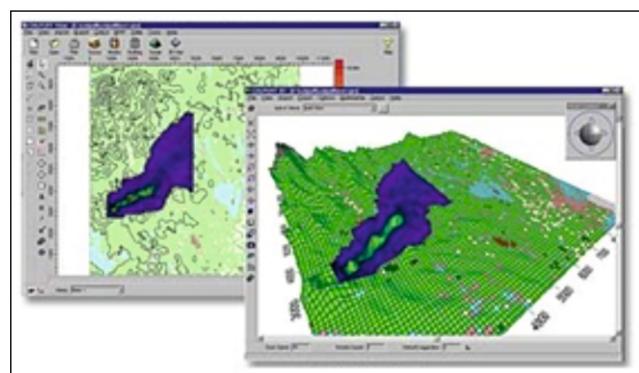
Computer tools, watersheds, administration of the information, catabase.

1. INTRODUCCIÓN

Se entiende por manejo integral de cuencas hidrográficas "la gestión que el hombre realiza en un determinado sistema hidrográfico para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida" (Gaspari et al., 2009). Este manejo otorga al desarrollo sustentable un ámbito geográfico de aplicación que incluye un proceso antrópico consistente en planear, organizar, dirigir, evaluar y controlar la ejecución de sus acciones preservando los recursos con el fin de garantizar el crecimiento económico y el bienestar social de las generaciones presentes y futuras (Gaspari et al, 18:2013). Es por lo anterior que las técnicas de optimización de la información de cuencas hidrográficas constituyen una herramienta de gran utilidad en el proceso

de toma de decisión para la asignación del agua entre los distintos usuarios, la caracterización del uso del suelo y la determinación de las zonas potenciales y vulnerables de la zona hidrográfica.

Figura 2. Uso de herramientas para el procesamiento de información.



1.1 Descripción del problema

Cuando se adelanta un Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas "POMCA", se tienen en cuenta una amplia variedad de parámetros que inciden directa e indirectamente en los ciclos biofísicos, geológicos, biológicos, antropogénicos, todos estos componentes se encuentran relacionados y deben estar en equilibrio, asegurando el bienestar

de los ecosistemas y el manejo integral de los recursos naturales. Como resultado del ejercicio, se recopilan grandes volúmenes de información de origen y contenidos varios, buena parte de la información aborda temas técnicos, científicos y legales, los cuales son de difícil comprensión e interpretación para la mayoría del público interesado. Debido a la situación anterior, se propone la implementación de diversos medios informáticos que faciliten y permitan obtener mejoras en la gestión ambiental de la información, procesando la mayor cantidad y variedad de información disponible con el fin de resolver preguntas, solucionar problemas e identificar situaciones que sean de interés y que sirvan como soporte técnico para la ordenación y manejo sostenible de cuencas hidrográficas.

1.2 Antecedentes

El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. Joaquín Bosque Sendra, Rosa C. García. Universidad Complutense, 2000.

Presenta estudios sobre las posibilidades de interconexión de SIG y Técnicas de Evaluación Multicriterio EMC y su uso en resolver diversos tipos de problemas de planificación ambiental: localización de equipamientos e instalaciones de carácter ambiental (vertederos, centrales nucleares...); determinación de la traza de mínimo impacto medioambiental de infraestructuras lineales (carreteras, redes de tendido eléctrico...) y la asignación de nuevos usos y formas de ocupación del territorio (selección de zonas a proteger, determinación de polígonos industriales, etc.)

1.3 Pregunta problema

¿Cuál es el mecanismo para validar el cumplimiento de la normatividad ambiental de cuencas hidrográficas y optimizar la gestión de su información mediante la aplicación de herramientas informáticas?

1.4 Justificación

La importancia de la gestión, radica en la cantidad y calidad de los datos e información disponible sobre diversas índoles y temáticas, que a su vez consideran infinidad de variables cuantificables y calificables. La gran mayoría de esta información carece de sentido y se ve difícilmente relacionada, ya sea por la dificultad de la interpretación de los datos, la complejidad del tema tratado o simplemente porque el volumen de información excede la capacidad de gestión de los métodos tradicionales.

Los sistemas de información y las tecnologías de

información han cambiado los modelos de gestión y manejo de los datos. A través de su implementación se logran importantes mejoras en el procesamiento de la información y automatización de los procesos operativos debido a que suministran diversas plataformas de información necesaria para la toma de decisiones y logran ventajas competitivas en términos del almacenamiento de información.

En el contexto ambiental, el uso de estas herramientas acelera los procesos de gestión y toma de decisiones en temas como, manejo de los recursos naturales renovables y no renovables, el cumplimiento de la normatividad, la administración del recurso hídrico, el seguimiento de las zonas de vulnerabilidad y riesgo, etc. Reduciendo así el impacto generado por estas variables en el ordenamiento y manejo del ambiente y cuenca hidrográfica.

1.5 Objetivo general

Determinar el uso potencial de herramientas informáticas en los procesos de optimización de la gestión de la información ambiental de cuencas hidrográficas.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar la temática normativa a gestionar.
- Definir los procesos de manipulación de información.
- Implementar las herramientas informáticas para la validación y modelación de las temáticas normativas a gestionar.
- Diseñar la metodología implementada mediante herramientas informáticas para la validación de la temática normativa a gestionar.

2. METODOLOGÍA

2.1 Localización

El proyecto de investigación se realizó en la microcuenca La García, ubicada en el municipio de El Socorro cuyas coordenadas en su nacimiento y desembocadura son N: 1206564 E: 1095958 Z: 1760; N: 1207961 E: 1090194 Z: 1109, respectivamente.

2.2 Tipo de investigación

Cualitativa – Experimental: La investigación parte del problema definido por los investigadores y busca validar la descripción y comprensión del resultado, producto del procesamiento de la información. Explica la relación causa-efecto entre las variables de

la temática normativa a gestionar y permite que el investigador emita un concepto general sobre el estado de los componentes que desee evaluar.

2.3 Definición de variables e indicadores

Las variables establecidas a partir de los objetivos son las descritas en la tabla 1, mediante estas se desarrollará la propuesta de optimización de gestión de la información mediante las diversas herramientas informáticas seleccionadas para la representación de los datos.

Tabla 1. Variables y su clasificación

Tipo de variable	Variable	Unidad
Dependiente	Variables a gestionar	Normatividad
Independiente	Zona hidrográfica	Microcuenca
Intervinientes	Coordenada	XYZ, XY

2.4. Técnicas de investigación

La técnica utilizada para reunir la información fue la recopilación y análisis de información primaria y secundaria, el trabajo de campo tomando puntos de referencia geográfica, la sistematización de los datos y el procesamiento de los mismos en las herramientas informáticas seleccionadas.

2.5. Análisis estadístico

El software ArcView establece campos numéricos que permiten el análisis del 100% de la información numérica. Ejemplo de ello es establecer el porcentaje de viviendas con un número específico de habitantes que consumen un caudal determinado de agua. Otro ejemplo de ello es determinar el número medio de viviendas con una distancia específica de la fuente de agua.

2.6. Materiales

La información de la microcuenca está compuesta por cartografía base, imágenes satelitales y formatos con datos sociales, ambientales y físico-bióticos de la zona hidrográfica.

2.7. Equipos de medición

Las mediciones de las variables seleccionadas en la normatividad se realizaron mediante la toma de coordenadas de veredas, viviendas, cultivos, etc. y la medida de su distancia respecto al cauce de la microcuenca. Los equipos utilizados fueron:

- Computador: máquina electrónica con la que se sistematizaron y procesaron los datos para convertirlos en información conveniente y útil.

- Software ArcView y AutoCAD: herramientas informáticas que permiten la estimación de parámetros morfométricos y de relieve de la microcuenca.
- GPS GARMIN: sistema con el que se determinó la posición de elementos en el espacio hidrográfico de estudio; nivel de precisión, 2 metros.
- Flexómetro: instrumento con el cual se midieron las alturas correspondientes; su nivel de precisión es un milímetro.

2.8. Procedimiento

Para la elaboración de la propuesta de optimización de la gestión de la información de cuencas hidrográficas es necesaria la implementación de los siguientes procedimientos:

- a. Selección de temática normativa a gestionar
- b. Recopilación de información
- c. Elaboración de base de datos
- d. Selección de herramientas informáticas
- e. Integración de la información
- f. Gestión de la información.

2.9. Población y muestra

Como población se encuentra identificada la microcuenca hidrográfica La García y como muestra se encuentran las temáticas normativas seleccionadas para la gestión de su información.

3. RESULTADOS

3.1. Determinar la temática normativa a gestionar

Se selecciona la microcuenca La García ubicada en El Socorro, Santander. Fuente hídrica de alta importancia en el territorio debido a que gran parte de la población asentada en ella y residente en el área urbana del municipio se abastece de ella.

Se estudió la normatividad relacionada con los POMCA (Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas), El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, vigentes en todo el territorio nacional, y el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de El Socorro), y se identificaron numerosas temáticas normativas susceptibles de ser evaluadas, involucrando el uso de herramientas informáticas para la gestión de la información de la microcuenca antes mencionada.

A continuación, se describen la normativa con sus respectivos artículos:

3.1.1. Decreto 1449-1977

ART. 2: Los propietarios de predios están obligados a:

1. No incorporar en las aguas cuerpos o sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, tales como basuras, desechos, desperdicios o cualquier sustancia tóxica, o lavar en ellas utensilios, o envases que los contengan o hayan contenido.

6. Construir y mantener las instalaciones y obras hidráulicas en las condiciones adecuadas de acuerdo con la resolución de otorgamiento.

9. Construir pozos sépticos para colectar y tratar las aguas negras producidas en el predio cuando no existan sistemas de alcantarillado al cual puedan conectarse.

ART. 3: Protección y conservación de los bosques los propietarios de predios están obligados a:

1. Mantener en cobertura boscosa dentro del predio las Áreas Forestales Protectoras. Se entiende por Áreas Forestales Protectoras:

a. Los nacimientos de fuentes de aguas en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda, medidos a partir de su periferia.

b. Una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua.

3.1.2. Decreto 1541-1978

ART. 36: Toda persona natural o jurídica, pública o privada, requiere concesión para obtener el derecho al aprovechamiento de las aguas para los siguientes fines:

- a. Abastecimiento doméstico
- b. Riego y silvicultura
- c. Abastecimiento de abrevaderos
- d. Uso industrial
- e. Generación térmica o nuclear de electricidad
- f. Explotación minera y tratamiento de minerales
- g. Explotación petrolera
- h. Acuicultura y pesca

3.2. Definir los procesos de manipulación de información

Debido a que la propuesta de optimización se basa en el uso de herramientas informáticas, cabe resaltar la importancia de la recopilación de datos como instrumento necesario para la elaboración de mapas que permitan la gestión del estado actual de los diversos componentes (físico-biótico, socioeconómico, político, ambiental, etc.) de la microcuenca con el propósito de evaluar el cumplimiento de las políticas ambientales, planificar el uso sostenible, y ejecutar programas específicos dirigidos a conservar y prevenir el deterioro de la misma. Es así como el banco de datos se convierte en el punto de partida para obtener cualquier tipo de información susceptible de ser gestionada.

La captura de la información se llevó a cabo mediante la revisión bibliográfica en diversas fuentes de información, tales como georreferenciación y tratamiento de imágenes satelitales. Estos a su vez se almacenan digitalmente en tablas de forma individual o en conjuntos organizados llamados bases de datos. Una vez organizados, se importa la información tabulada en formato CSV al software AutoCAD en el cual se genera un archivo con formato DWG; de este se exportan capas de información en formato DXF para el respectivo análisis vectorial.

Teniendo en cuenta que el formato vectorial presenta limitantes en cuanto a la visualización de la información que se pretende gestionar, se propone la herramienta del sistema de información geográfica ArcView como alternativa de mejoramiento en la presentación de los datos. Para lo anterior es necesario el cambio de formato DXF a SHP con el fin de crear la malla de pixeles para el respectivo análisis raster.

Finalmente se diseña un mapa. Este estará formado por un número de capas que pueden ser de distintos tipos y orígenes. Unas serán resultado del proyecto en particular (hidrografía, vías, altimetría, etc.) y otras serán complementarias para lograr ubicar correctamente los datos del proyecto. Estas se organizan por orden de prioridad.

La importancia del diseño de mapas es elevada debido a que representa los resultados del trabajo, su correcta visualización gráfica permite finalmente la mejor comprensión e interpretación de las capas que lo componen. De este modo se logrará realizar un buen ejercicio de difusión y recepción de información de la microcuenca.

3.3. Implementar las herramientas informáticas para la validación y modelación de las temáticas normativas a gestionar

La evaluación del uso de herramientas informáticas parte del objetivo de optimizar la calidad de gestión de información del recurso hídrico, facilitar el análisis de datos georreferenciados y contribuir en la toma de decisiones de ordenación y manejo de la microcuenca en estudio.

Debido a la necesidad de representar datos de referencias geográficas (fijan la ubicación de la información que se está ingresando), atributos (asignan un código alfanumérico a cada conjunto de coordenadas) y superposición de temas que combinen la información entre capas de datos, se determina que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son la herramienta de mayor potencial para la representación de la información normativa referente a cuencas hidrográficas.

Figura 3. Proceso de manipulación de inf 1



A continuación, se describe el proceso de validación y modelación de las temáticas normativas:

Una vez adecuada la información y guardada en formatos que pueda leer el software seleccionado, se procede a la gestión y resolución de preguntas relacionadas con la normatividad ambiental. Se debe hacer énfasis en el origen de la información, debido a que esta no proviene directamente de un solo lugar, el presente proyecto relacionó la información proveniente de softwares como Microsoft Excel, Microsoft Word, AutoCAD, Bloc de Notas, GoogleEarth, MargnaPro3 además del uso de hojas de cálculo con el fin de adecuar y realizar la integración de la información obtenida.

Dentro de ArcView, la visualización de las capas debe hacerse mediante la generación de una nueva vista dando clic en la opción View-New. Esta opción

permite generar más de un proyecto, abordado diferentes temas y sin necesidad de eliminar trabajos previos.

Se procede a llamar las capas de información como temas, para ello es necesario seleccionar la opción de add Theme, debido a la diversidad de información y formatos en se guarda, puede ser que los formatos no sean compatibles con el programa y no sea posible visualizar la información directamente, para solucionar esto el Software ArcView dispone de una variedad de extensiones, que permiten abrir diversos formatos, ya sea del tipo Vectorial o Raster tales como JPG y DXF.

Una vez añadidos los temas con la información pertinente, se realiza la gestión usando herramientas para análisis estadístico y selección de información, en el caso de ArcView se maneja la opción del Query Builder, en él se puede hacer una selección de información utilizando los datos base que aporta cada tema.

En caso de no encontrarse la información a gestionar dentro de los temas como (Shp), es posible agregar una tabla con la información faltante, anclándola a un punto, polilínea o polígono con coordenadas determinadas.

Una vez insertada la tabla, se debe añadir el tema del evento, con el fin de configurar los datos de posición, para visualizar el punto, polígono o polilínea sobre la ventana de la nueva vista, este paso permite tener la información anclada a una coordenada o posición geográfica.

Si la consulta se enfoca en conocer la distancia de un punto a otro, se deben identificar los puntos que se encuentran dentro de un área determinada, es decir, se hace una selección basada en información no encontrada en las tablas de datos de cada tema, y se debe además relacionar más de una capa de temas, en el caso de ArcView la consulta debe proceder usando la opción de seleccionar por temas.

Esta herramienta permite hacer diversos cálculos que involucren la relación espacial entre los temas.

Una vez realizada la gestión de los datos, selección y resolución de las temáticas normativas a evaluar, se obtiene como resultado un modelado gráfico del proceso en forma de mapa.

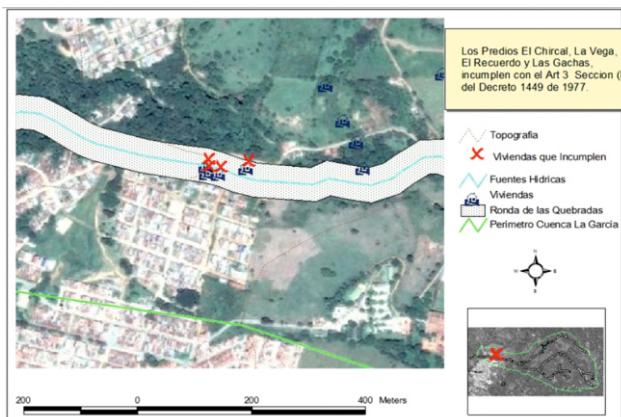
4. DISCUSIÓN

CHANG (2007) define los SIG como herramientas informáticas que se usan para la cartografía, el análisis de datos georreferenciados y que contribuyen en la toma de decisiones de manejo. Los SIG integran operaciones comunes de bases de

datos, como consultas y análisis estadísticos, con las visualizaciones y análisis geográficos de los beneficios ofrecidos por los mapas. Esto da información sobre la estructura espacio-temporal y las relaciones de las variables, que de otro modo no han sido evidentes en la fuente de datos. Los SIG ayudan a convertir los datos crudos en información significativa para apoyar las decisiones de gestión (Chang, 2007).

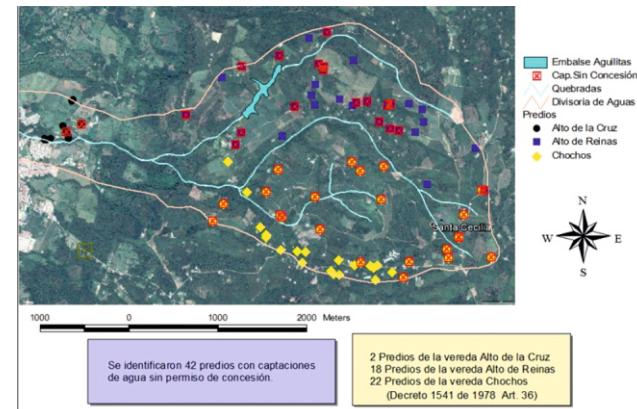
Se preparó un mapa potenciado por los grupos de información viviendas, ronda de las quebradas y fuentes hídricas, además de la foto satelital de la microcuenca La García, que ayudará a identificar los predios construidos en zonas no autorizadas, información de gran relevancia para a los entes encargados del ordenamiento territorial y medio ambiental. El mapa se puede observar en la figura 4, donde aparecen algunos objetivos de interés para el estudio como las viviendas que se encuentran construidas dentro del margen para la protección y conservación de las fuentes hídricas.

Figura 4. Mapa viviendas construidas dentro de áreas protegidas.



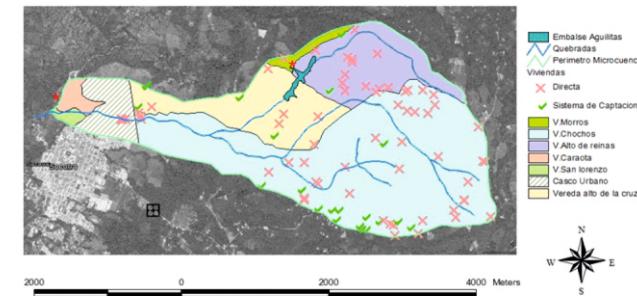
Se preparó un mapa potenciado por los grupos de información predios y quebradas que ayudará a identificar los predios que no han diligenciado el permiso para el uso del agua, dicha información sirve de gran ayuda para los entes encargados de la administración y uso sostenible de los recursos Hídricos (figura 5).

Figura 5. Mapa predios sin concesión para el uso del agua.



Se preparó un mapa potenciado por los grupos de información veredas, quebradas y viviendas que ayudará a identificar los predios que no han diligenciado el permiso para el uso del agua y además no presentan obras de captación como lo determina la norma, dicha información sirve de gran ayuda para los entes encargados de la administración y uso sostenible de los recursos hídricos (ver en la figura 6).

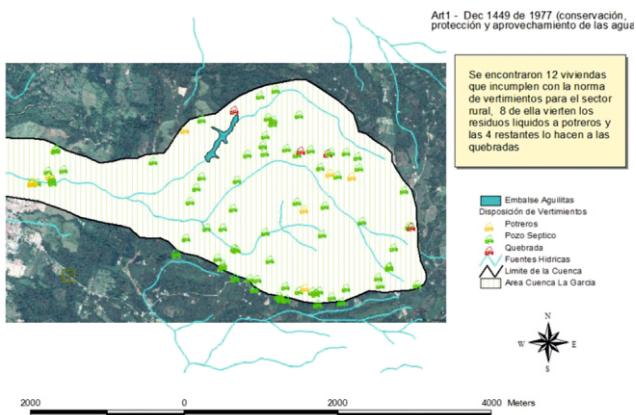
Figura 6. Mapa estructuras para la captación de agua.



Se determinó que de 85 predios identificados en la microcuenca La García, 64 no evidencian ningún tipo de obra de captación para el suministro de agua Potable. Incumpliendo con el Art 2 inciso 6 del Dec 1449 de 1977 (Construcción y mantenimiento de obras hidráulicas para la captación y conducción de agua)

Se preparó un mapa potenciado por los grupos de información disposición de vertimientos, fuentes hídricas y límite de la cuenca, que ayudará a establecer el sistema para el manejo de los vertimientos en cada uno de los predios, identificando el lugar de disposición final, dicha información sirve de gran ayuda para los entes encargados de la administración y uso sostenible de los recursos hídricos, además del acueducto encargado del suministro de agua potable para los centros urbanos (ver figura 7).

Figura 7. Mapa disposición de vertimientos.



La generación de los mapas que modelan las temáticas normativas seleccionadas para efecto de la investigación, demuestran la posibilidad de gestionar información de diferentes fuentes, con el fin de comprobar el cumplimiento de la Norma.

5. CONCLUSIONES

Los SIG como herramienta en la toma de decisiones pueden introducirse de manera adecuada en un proceso formativo dentro de las ciencias ambientales por medio de su aplicabilidad a una problemática ambiental.

Para que los SIG sean herramientas para la toma de decisiones éstos no sólo deben tener un uso instrumental sino también interpretativo. Como herramientas en la toma de decisiones, los SIG cumplen de manera general con los requerimientos tanto en el apoyo como en el soporte en la toma de decisiones, con más capacidades de resolver problemas estructurados en el primer caso y problemas mal y no estructurados en el segundo.

5.1. Recomendaciones

Evaluuar el uso y aplicación de las herramientas informáticas no solo en el componente ambiental agua sino también en cualquier campo de la ingeniería (aire, suelos, flora, fauna, etc) que requiera realizar un análisis de información para la toma de decisiones y mejoramiento en la gestión de la misma.

5.2. Planes para el trabajo futuro

Mejorar la gestión de la información de las diversas fuentes hídricas que abastecen de agua el territorio del municipio de El Socorro. Lo anterior podrá ejecutarse mediante la vinculación de estudiantes interesados en capacitarse en temas como uso y aplicación de herramientas informáticas y sistemas de información geográfica.

6. REFERENCIAS

Ley 1523. (2012). Ley Sistema Nacional de Gestión del Riesgo. Por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.

Ley 388. (1997). Ley de Desarrollo Territorial. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.

Decreto 1640. (2012). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C.

Decreto 1076. (2015) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Viceministerio de Ambiente, Dirección de Ecosistemas, Grupo de Recurso Hídrico.

Víctor Olaya. 2011. Sistemas de Información Geográfica.

Santa Cruz de León Germán. 2007. Gestión Integral de los Recursos Hídricos en la cuenca del río Valle. Huasteca México

Valtierra José, Domínguez Miguel. 2007. Herramienta para la caracterización geomorfológica de cuencas hidrográficas. Universidad Autónoma de Querétaro. México.

Barbosa Briones Elda. 2011. Desarrollo de herramientas de ArcGis para el cálculo de indicadores físicos y socioeconómicos de cuencas hidrográficas. Universidad Autónoma de Querétaro. México.

Di Franco Leonardo, Cuello Alfredo, María Serafini. 2012. Parametrización de la cuenca hidrográfica del río Luján, Argentina, basada en Geomática. Universidad Nacional de Luján. Argentina.

