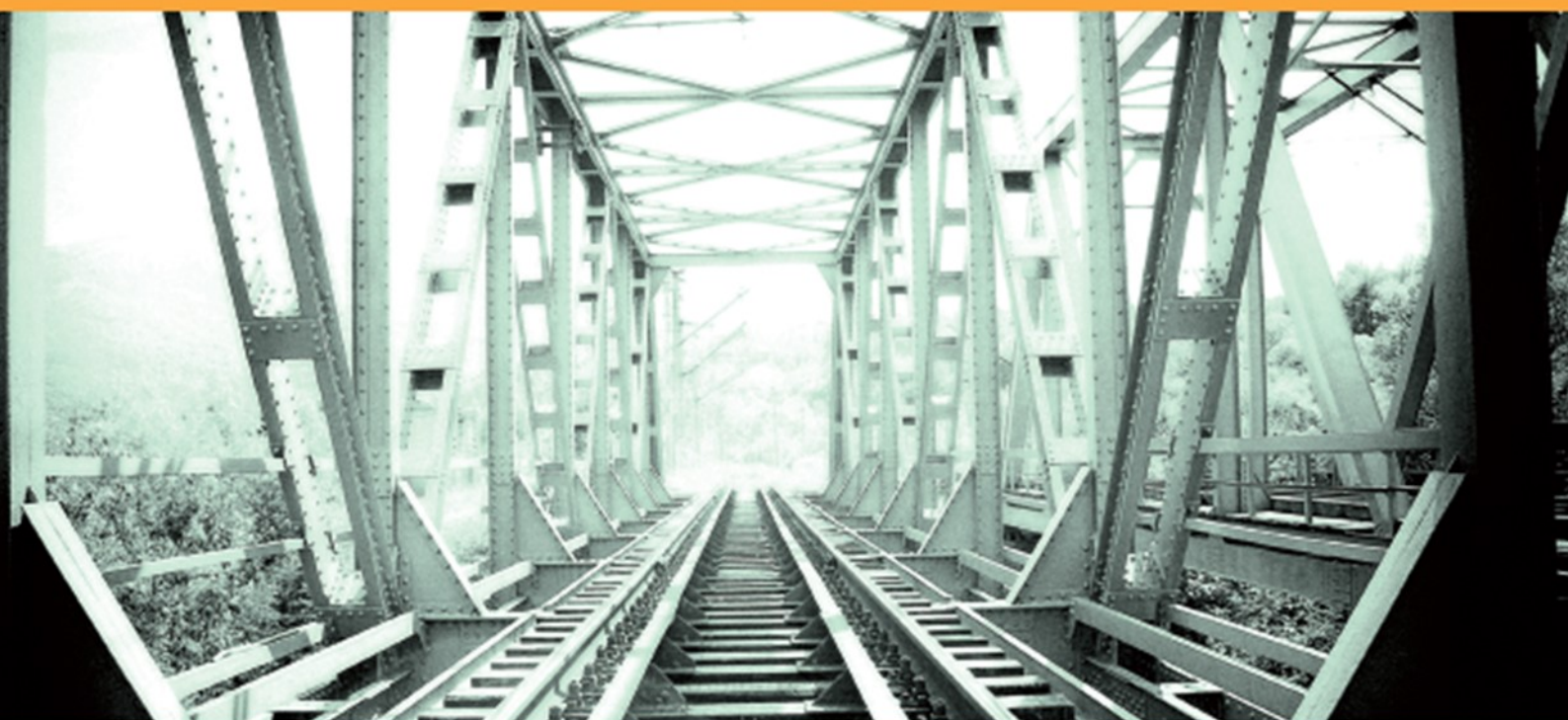


JORNADAS DE INVESTIGACIÓN Y ACTUALIZACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

Volumen 2 • No 1 • Julio 2016 • ISSN 2462-8247



Programa de Ingeniería Civil



UNIAGRARIA
Fundación Universitaria Agraria de Colombia

LA U VERDE
DE COLOMBIA

JORNADAS DE INVESTIGACIÓN Y ACTUALIZACIÓN INGENIERÍA CIVIL

Volumen 2 • No 1 • Julio 2016 • ISSN 2462-8247



UNIAGRARIA
Fundación Universitaria Agraria de Colombia

LA U VERDE
DE COLOMBIA

JORNADAS DE
INVESTIGACIÓN Y
ACTUALIZACIÓN
EN INGENIERÍA CIVIL

Vol. 2 No.1

Julio 2016

Fundación Universitaria Agraria de Colombia -UNIAGRARIA-

ISSN: 2462-8247

ASAMBLEA GENERAL

Teresa Escobar de Torres

Presidenta

CONSEJO SUPERIOR

Álvaro Zúñiga García

Presidente

Teresa Arévalo Ramírez

Teresa Escobar de Torres

Jorge Orlando Gaitán Arciniegas

Héctor Jairo Guarín Avellaneda

Emiro Martínez Jiménez

Álvaro Ramírez Rubiano

Rector

Jorge Orlando Gaitán Arciniegas

Director Unidad de Investigaciones

Alvaro Mauricio Zuñiga Morales

Decana Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas

Adriana Mejía Terán

Director del Programa de Ingeniería Civil

Carlos Javier Obando Gamboa

Director de Investigación - Programa de Ingeniería civil

Edgar Ricardo Monroy Vargas

Dirección Editorial

Sandra Edith Nossa M.

Corrección de textos

Diana Carolina Sánchez

Concepto Gráfico, Diseño, Composición e Impresión

Entrelibros e-book solutions

www.entrelibros.co

Gladys Carolina Chavez Caballero

Diseñadora

Jornadas de Investigación y Actualización en Ingeniería Civil by Fundación Universitaria Agraria de Colombia -UNIAGRARIA- is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercialCompartirIgual 3.0 Unported License.

La publicación 'Jornadas de Investigación y Actualización en Ingeniería Civil' es producto del área de Ingeniería Civil de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia -UNIAGRARIA- impreso bajo el ISSN: 2462-8247, en idioma Español. Es un producto editorial protegido por el *Copyright* © y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta, sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento *Creative Commons* (CC).



Contenido

- 7 **El Uso de Invernaderos Sostenibles como Sistema Ambiental para Cultivar**
·Efraín Casadiego-Quintero, Maritza Flórez Gutiérrez·
- 15 **Comparación de un curado adecuado del concreto normal entre antisol, humedecimiento constante y especímenes sin curar**
·Oscar Vladimir Ruiz Suárez, Daniela Burgos Calderón·
- 25 **Definición de un modelo para la estimación del índice de calidad ambiental (ICA) a partir del sistema de indicadores simples desarrollados para los municipios del departamento de Nariño**
·Francisco A Orjuela C., Edgar Ricardo Monroy Vargas·
- 31 **El desarrollo del pensamiento crítico en la educación superior, utilizando como estrategia innovadora, el aprendizaje basado en proyectos**
·Henry Yecid Bustos Castañeda·
- 43 **La cultura ambiental y la investigación: una llave para mitigar los efectos del cambio climático**
·Edgar R. Monroy V., Vanessa Rodríguez R.·
- 49 **Proceso de licitación en Colombia**
·Angélica Patricia Rincón O., Leonardo Mora M.·
- 55 **Sistema general de regalías (SGR) en Colombia**
·Cristian Camilo Castilla Arias·
- 61 **Evaluación de impacto ambiental (EIA)**
·Ericka Andrea Méndez Reyes, Jorge Luis García Laguna·
- 69 **Estrategias para incentivar la cultura y educación ambiental de los estudiantes del colegio de Boyacá (COLBOY) de la ciudad de Tunja, en convenio ambiental con (UNIAGRARIA)**
·David Ricardo Gil Leguizamón, Juan Carlos Gómez Zabala, Ricardo Monroy Vargas·
- 83 **Implementación tecnológica de la metodología para la evaluación del impacto de los proyectos rurales de Uniagraria al campo (FIPRU)**
·Jorge Mario Coronado Perna, Laura Catalina Tenjo Mateus, Francisco Orjuela, Edgar Ricardo Monroy Vargas·

.....

El uso de invernaderos sostenibles como sistema ambiental para cultivar

Efraín Casadiego-Quintero¹
casadiego.efrain@uniagraria.edu.co
Maritza Flórez Gutiérrez²
marymac1201@hotmail.com

.....

Resumen

El diseño de un invernadero sostenible parte de la necesidad de apoyar al agricultor con la investigación en sistemas ambientales para cultivos más eficientes. Para ello, fue necesario realizar una búsqueda exhaustiva sobre los tipos de invernaderos que sean ecosostenibles, el clima y la productividad que se espera de un cultivo normal. La investigación permitirá realizar la distribución interna del invernadero y por medio de una metodología constructiva, en la que se pueda implementar un sistema de riego empleando materiales con características renovables y sostenibles que contribuyan al cuidado del ambiente. En el diseño del invernadero se tuvieron en cuenta los siguientes factores: la luminosidad, temperatura, la concentración de dióxido de carbono y oxígeno, y la disminución del uso de agua, energía, fertilizantes y pesticidas.

Palabras clave: Desarrollo sostenible, cultivos, clima, invernadero.

Abstract

The design of a sustainable greenhouse of the need to support farmers with research in environmental systems for more efficient crops. To do this, it was necessary to conduct a thorough search on the types of greenhouses that are environmentally sustainable, climate and productivity expected of a normal crop. The research will make the internal distribution of gases and through constructive methodology, which can implement an irrigation system using renewable materials and sustainable features that contribute to environmental care. In the greenhouse design the following factors were taken into account: brightness, temperature, CO₂ concentration and oxygen, and reducing the use of water, energy, fertilizers and pesticides.

Keywords: Sustainable development, farming, climate, greenhouse.

¹ Efraín Casadiego Quintero., Geólogo. Magister en Geología. Profesor del programa de Ingeniería Civil de UNIAGRARIA.

² Maritza Florez Gutierrez, Licenciada en Lengua Castellana. Magister en Nuevas Tecnologías. Docente de la Secretaría de Educación de Santander.

Introducción

Los retos que nos presenta la economía actual debe ir en compañía de un desarrollo sostenible donde se utilicen de la mejor forma los recursos naturales, se usen el menor proporción contaminantes y se obtengan productos agrícolas saludables, económicos y de manera rápida. En la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA) estamos desarrollando un proyecto de investigación enfocado al desarrollo de un Sistema Ambiental de Cultivos no Convencionales, el cual por medio del diseño de un sistema de invernadero, propone el uso de materiales sostenibles, eficiencia en el uso y consumo de agua, producción de energía renovable y evaluación de la producción y calidad de las plantas. Por medio de cultivos dentro de un ambiente controlado se puede manejar el consumo de agua, exposición a la luz, disminuir el contacto con el exterior y los suelos disminuyan el riesgo de enfermedades en las plantas.

En conjunto con el cuerpo docente y académico, se busca responder y apoyar la mitigación al cambio climático y mejorar las condiciones para la producción agrícola de menor escala en el municipio de Tenjo, Cundinamarca, brindando alternativas para una mejor uso de los suelos, distribución interior y sistema de riego a emplear en cultivos bajo invernaderos, mostrando como hacer uso de materiales reciclables, renovables y sostenibles, mitigando su impacto en el ambiente. Si hay algo importante para desarrollar en este tipo de proyectos es resaltar el conocimiento de la comunidad, indagar sobre sus problemas, retos y dificultades para avanzar en la agricultura y comprender cuáles son sus metas, para poder proponer ideas que ayuden a generar cambios y desarrollo.

Descripción del problema

El mundo presenta un constante cambio climático, veranos más cálidos y largos, e inviernos intensos, además el aumento de la población contrasta con dos factores: la disminución de tierras cultivables y el personal capacitado para el oficio. Los dos factores se dan debido a que muchas de las personas que tienen tierras las están utilizando para ganadería que aparentemente es más rentable o monocultivos que pueden terminar dañando el estrato de suelo, esto va acompañado de la desmotivación de los agricultores, quienes sienten que se les es desvalorizado su trabajo, porque mientras se mantiene el precio de los alimentos, los fertilizantes y pesticidas siguen subiendo sus precios por su dependencia del precio del dólar. También se recalca que tanto fertilizantes como pesticidas son generadores de gases que aumentan el efecto invernadero y contaminan las aguas superficiales y subterráneas.

Marco Teórico

Los primeros invernaderos que se conocieron fueron la construcción y el uso de camas móviles con plantas. A mediados del siglo XV, en el norte de Italia y en el sur de Alemania llegaron a ser muy comunes el uso de cabañas para la protección en invierno, existiendo unas pocas hectáreas.

La industrialización en el siglo XIX trajo un rápido desarrollo de la tecnología de invernaderos. A principios de este siglo la mayoría de invernaderos eran de construcción sencilla con una pendiente en cubierta de 45° siendo calentado el invernadero por la descomposición de materia orgánica o mediante estufas. En 1829 fue mencionado el doble acristalamiento como aislante térmico.

Luego, en el siglo XX se desarrolló una amplia información sobre calefacción, riego y fertilización en invernadero. Uno de los países que más aportó fue Holanda, donde se desarrollaron gradualmente invernaderos para un mejor uso de los cultivos, hasta que en 1937 se construyó el Invernadero Venlo a base de acero y cristal, el cual podía ser utilizado para diferentes cultivos.

En uno de los aspectos en los que más puede aportar el invernadero es el efecto generado por la energía radiante, que según Serrano (2005) puede ser manejada en diferentes fases del proceso de crecimiento de la planta y ayudar a la fotosíntesis.

En Latinoamérica, la agricultura juega un papel importante para el desarrollo de los países, según Torres (2015) el sector agricultor contribuyó al 5% del Producto Interno Bruto (PIB) de la región. Por tal razón, hay una gran preocupación ante los cambios climáticos,

especialmente en la zona tropical y en el Caribe, donde se generan inundaciones y fuertes sequías. La mayoría de los países latinoamericanos no tienen recursos suficientes para afrontar eventos que afectan la agricultura, tampoco tienen la tecnología adecuada para prevenir el daño a los cultivos o a minimizar sus efectos. Un factor que impacta al sector productivo es el acceso al agua, el cual en algunos países como Colombia es restringido por la hidrología de las regiones, como en el caso de la Guajira; las regiones cercanas a la costa tienen el problema de que las aguas subterráneas tienen un nivel freático alto, muy cercano a la superficie (Figura 1), y el agua dulce se mezcla con el agua salada del mar, esta agua no puede consumirse por las personas y no pueden ser utilizadas para riego porque está cargada de minerales que pueden dañar los seres vivos.

Otro factor importante son las estaciones climáticas que generan variación en la temperatura de la superficie terrestre como consecuencia del movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol, además de la inclinación del eje terrestre sobre el plano de la eclíptica. Estos

movimientos y la excentricidad de la eclíptica en el eje ecuatorial generan cambios en intensidad de la radiación.

Estas variaciones en la intensidad de radiación, aunque sean breves, pueden crear problemas en los cultivos. He ahí la importancia del invernadero que ayuda a controlar esos cambios.

La radiación solar dentro de un invernadero siempre es menor que en el exterior, debido a que la radiación se refleja en la cubierta, y la radiación que pasa es absorbida por el suelo, las plantas y cuerpos dentro de la instalación que transforma la radiación en energía térmica.

Para el desarrollo fisiológico óptimo y equilibrado de los vegetales son necesarios algunos factores que controlen el clima: luminosidad, temperatura, humedad, concentración de dióxido de carbono y oxígeno. Los invernaderos buscan que estos factores se controlen en la misma proporción, porque de nada serviría que unos funcionaran y otros no. (Figura 2).

El mejor ejemplo para entender la importancia de los factores del clima es observando los daños causados por las inundaciones en las llanuras del Valle Medio del Magdalena a los cultivos de maíz.

El café colombiano no se queda atrás, ya se han escrito artículos como el del doctor Bebbber (Bebber, et al, 2016) donde se está investigando la posibilidad de que el cambio climático en los factores de humedad y temperatura, sea una de las razones de la rápida expansión de plagas como el hongo *Hemileia vastatrix*.

Figura 1. Afectación del cambio climático.

Hay 5 tipos de invernaderos, los cuales deben tener en cuenta sus dimensiones de altura, anchura y profundidad, además las naves pueden estar aisladas o unidas, también se diferencian por su uso y diseño arquitectónico, a continuación los vamos a mencionar:

a. Los invernaderos planos o tipo parral se utilizan

en áreas poco lluviosas, está conformada por estructuras sencillas constituidas por una estructura vertical y otra horizontal.

b. Los Invernaderos en raspa y amagado es muy similar al tipo parral con respecto al tipo parral, pero varía la forma de la cubierta. En

este tipo de invernadero se aumenta la altura máxima del invernadero en la cumbre, que oscila entre 3 y 4,2 m, creando lo que se conoce como raspa.

- c. El Invernadero asimétrico aumenta la superficie en la cara expuesta al sur, con objeto de aumentar su capacidad de captación de la radiación solar. Este invernadero se orienta en sentido este-oeste, paralelo al recorrido aparente del sol.
- d. Los Invernaderos tipo capilla tienen la techumbre formando uno o dos planos inclinados, pueden ser de agua o a dos aguas. Si la inclinación de los planos de la techumbre es mayor a 25° no ofrecen inconvenientes en la evacuación del agua de lluvia. La ventilación es por ventanas frontales y laterales. Uno de los problemas de este tipo de invernadero son las estructuras formadas por varias naves

unidas, además de la ausencia de ventanas cenitales que dificulta la ventilación.

- e. Los invernaderos de doble capilla están formados por dos naves yuxtapuestas. Es menos ventilada que los invernaderos mencionados anteriormente, debido a la ventilación cenital que tienen en cumbre de los dos escalones que forma la yuxtaposición de las dos naves; estas aberturas de ventilación suelen permanecer abiertas constantemente y suele ponerse en ellas malla mosquitera.
- f. Los Invernaderos tipo túnel o semicilíndrico se caracterizan por la forma de su cubierta y por la estructura totalmente metálica. Este invernadero está extendiendo su uso por su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, su gran resistencia a fuertes vientos y su rapidez de instalación al ser estructuras prefabricadas.

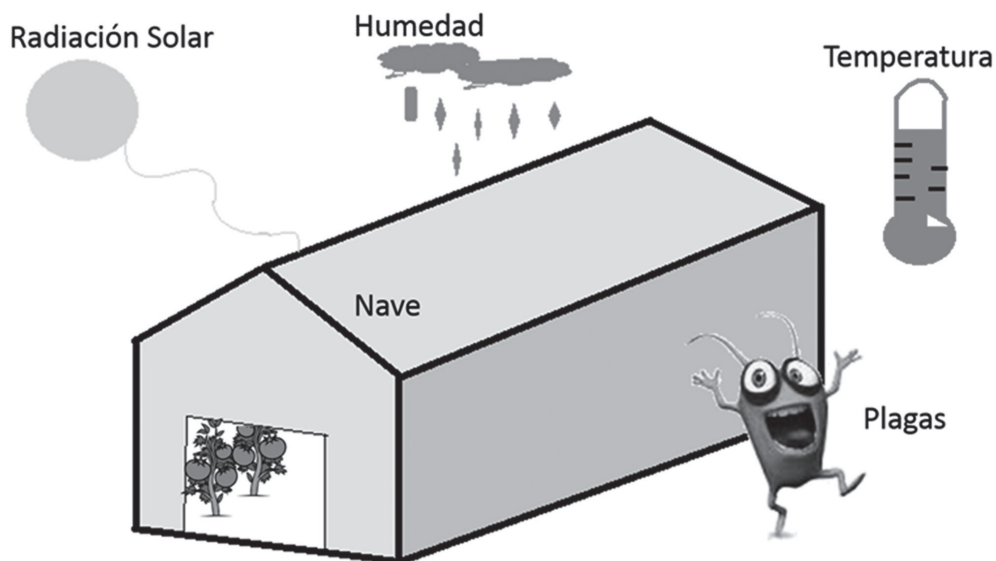


Figura 2. Factores del clima y plagas.

También es importante disminuir el consumo excesivo e inadecuado de fertilizantes nitrogenados que generan emisiones a la atmósfera de óxido nitroso, óxido de nitrógeno y además de otros contaminantes que son ampliamente

dispersados por procesos de transporte hidrológico en forma de amoníaco (NH_3) (aunque este también puede ser emitido a la atmósfera), amonio (NH_4) y nitrato (NO_3^-). Debido al incremento del uso de fertilizantes en los cultivos

se ha modificado el ciclo global del nitrógeno, generando nitrógeno de forma reactiva o nitrógeno reactivo (capaz de combinarse con otras formas químicas en el ambiente como el hidrógeno).

Metodología

La metodología propuesta en el estudio consistió en la recopilación de información sobre invernaderos, factores climáticos, cultivos y desarrollo sostenible. Posteriormente se visitaron distintos tipos de invernaderos en el municipio de Tenjo, Cundinamarca, con el fin conocer mejor su funcionamiento o usos. Se encuestaron agricultores para

indagar acerca de sus necesidades, expectativas y uso de invernaderos, la mayoría conoce los invernaderos y están de acuerdo con que se debe mejorar sus sistema para volverlo más eficiente. Se describieron y analizaron los diferentes tipos de invernaderos en el área (Figuras 3 y 4) y cuáles eran los diferentes tipos de cultivos (Figura 5), además se le preguntó a las personas que ya tienen invernadero, si ven la necesidad de mejorar su invernadero actual, el 80% estuvo de acuerdo con mejorar el sistema de invernadero.

Se diseñó en oficina un invernadero más eficiente y económico para que sea asequible a la comunidad en general.



Figura 3. Invernadero semicubierto.



Figura 4. Invernadero cubierto y reservorio de aguas lluvias.



Figura 5. Cultivo de alverja, típico en el municipio de Tenjo.

Resultados y Discusión

En las respuestas generadas por la comunidad se encontró que muchos de los agricultores no conocen el uso eficiente de los invernaderos, les gustaría hacer el proceso más económico con menor gasto de agua y energía; les preocupa también las plagas que afectan las cosechas y que les puede hacer perder meses de cultivos.

El uso de fertilizantes en el Municipio de Tenjo es de 80-100 Kg/ha, una cifra que varía según el tipo de cultivo y tierra cultivable, pero que no deja de ser preocupante debido al daño generado por la producción de gases de efecto invernadero, se espera que utilizando el Sistema Ambiental para Cultivo este disminuya o deje de utilizarse.

Según las encuestas realizadas a los agricultores de las zonas, uno de los factores desmotivantes para cultivar es el precio de los fertilizantes y pesticidas, el cual hace que sea más costoso cultivar.

Colombia por su posición geográfica presenta meses de fuertes sequías y otros meses de precipitaciones intensas y continuas. Por medio de un sistema de recolección y acumulación de aguas lluvias se disminuye el uso de aguas subterráneas y ríos, lo cual mejora el aprovechamiento del agua y su consumo. El

agua recolectada es filtrada y recircula por el cultivo (Figura 6, ítem 1), en este sistema se aprovecha del 60 % al 80 % del agua recolectada y se disminuye en un 80 % el uso de agua de acuíferos. Se puede utilizar un sistema de acuicultura, en el cual la recirculación del agua fluye desde los estanques de cultivos a los sistemas de tratamientos (filtración) para luego regresar nuevamente a los estanques de cultivo (Losordo y Timmons, 1994). La acuicultura de recirculación requiere menos del 10 % de agua comparado con los proyectos de acuicultura extensivas y de reúso (Timmons *et al*, 2002), y en los cuales los efluentes son eliminados constantemente. Este sistema lleva constantemente alimento a las plantas lo que ayuda que su crecimiento sea más rápido.

El sistema de riego se diseñó de manera más eficiente. Por medio de un sistema acuapónico, las plantas reciben directamente los nutrientes en las raíces y las plantas que son trasplantadas en el suelo reciben el agua, por medio de un sistema hidráulico que llega directamente a las raíces.

Se diseñó un espacio adecuado para hacer más efectivo la distribución de las plantas, donde exista mayor densidad de cultivos, las mesas son fijas y de un material reutilizable como el bambú. El bambú es un material resistente utilizado para ecoconstrucciones o ecodiseños y fácil de utilizar en estructuras.

Sistema Ambiental para Cultivo no Convencional (SACUNCO)

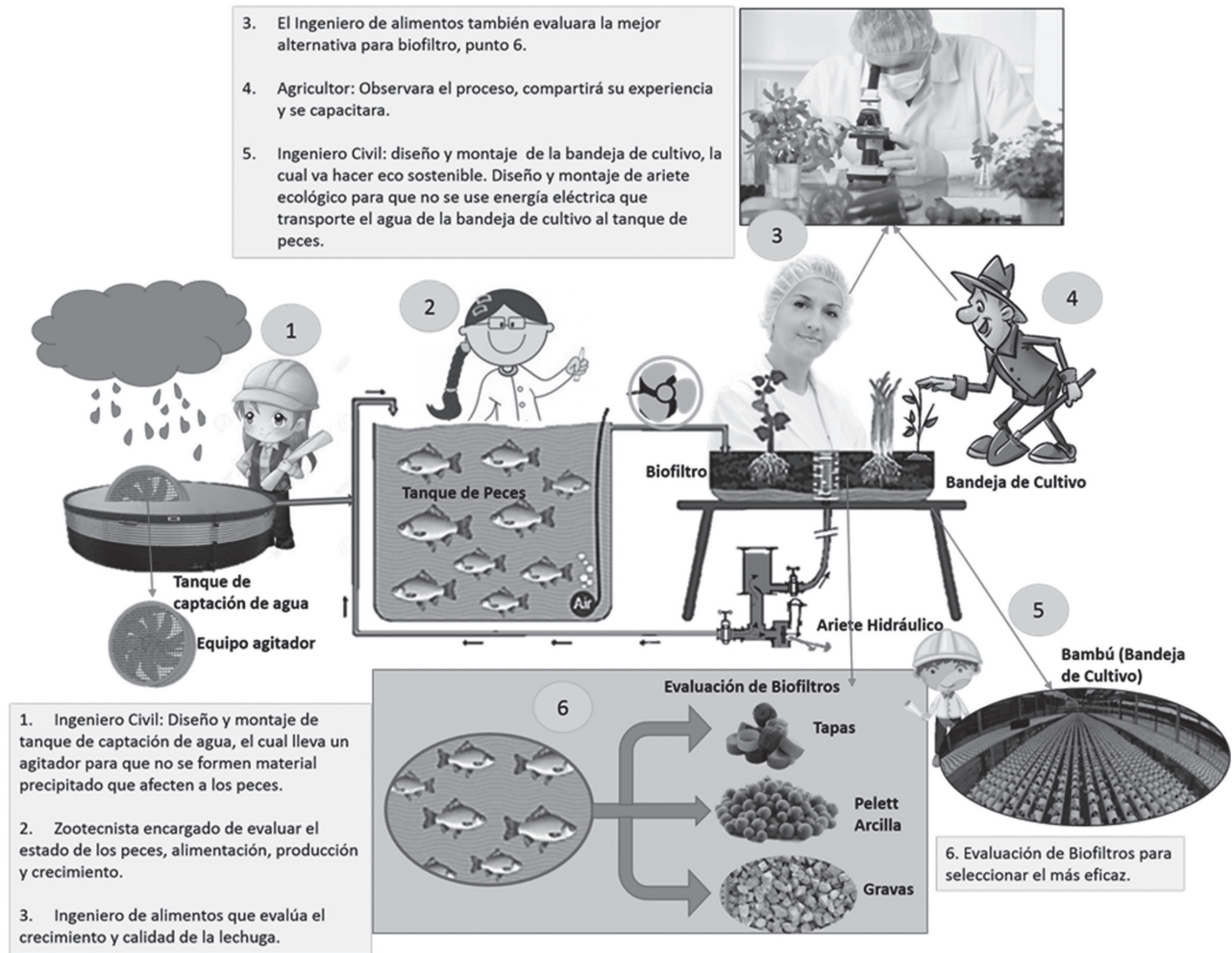


Figura 6. Sistema ambiental para cultivos.

La emisión de óxido nítrico y dióxido de carbono a la atmósfera, derivados de las actividades agroindustriales, debido a los fertilizantes, pesticidas y quema de biomásas es un factor importante para la generación del aumento del efecto invernadero.

Para los pequeños agricultores de la comunidad de Tenjo, estos insumos son costosos y en algunos casos, los desmotiva a cultivar. Por la tanto, si se controla el uso de suelos, de fertilizantes y pesticidas se mitigará el daño producido por la generación de gases relacionados con la

actividad y los agricultores tendrán una mayor recuperación económica de lo invertido.

El Sistema Ambiental para Cultivo no Convencional (SACUNCO) ofrece la oportunidad de cultivar sin necesidad de utilizar fertilizantes, ni pesticidas por medio de un sistema integrado de captación de agua lluvia, que es transportada por medio de un sistema hidráulico de cribado que no necesitará uso de energía eléctrica mayor a una bomba de 32 W para todo el sistema. Se utiliza como base el concepto del golpe de ariete.

Conclusiones

Colombia presenta buenas condiciones para ser potencia mundial en el sector agropecuario, tiene diferentes pisos térmicos que permiten el cultivo de diferentes plantas, suelos productivos y actos para cultivos. La investigación del desarrollo de invernaderos sostenibles y eficientes mejorará la agricultura del futuro, se romperán varias barreras como el cambio climático, el uso de suelos, la disminución del consumo de agua, electricidad, pesticidas y fertilizantes.

En el diseño del invernadero se tuvieron en cuenta los siguientes factores: la luminosidad controlada por el cubrimiento del invernadero y la orientación de la mesa de cultivos; la temperatura controlada por la orientación del invernadero y el sistema de ventilación; la humedad es controlada por el contenido de agua dentro del invernadero; y la concentración de dióxido de carbono y oxígeno que se controla, por medio del sistema de aireación.

Referencias Bibliográficas

- Arencibia, J., Leydesdorff, L., Chinchilla-Rodríguez, Z., Rousseau, R., & Paris, S. W. (2009). Retrieval of very large numbers of items in the Web of Science: an exercise to develop accurate search strategies. *El Profesional de la Información*, 18(5), 529-533.
- Barber, E., Pisano, S, Romagnoli, S, Parsiale, V., De Pedro, G., & Gregui, C. (2008). Los catálogos en línea de acceso público del Mercosur disponibles en entorno web. *Información, Cultura y Sociedad*, (18), 37-55.
- Beall, J. (2011). Academic Library Databases and the Problem of Word-Sense Ambiguity. *The Journal of Academic Librarianship*, 37(1), 64-69. doi:10.1016/j.acalib.2010.10.008
- Bebber, D. P., Castillo, Á. D. y Gurr, S. J. (2016) *Modelling coffee leaf rust risk in Colombia with climate reanalysis data. Philosophical Transactions B*. DOI: 10.1098/rstb.2015.0458
- Herrera, F., Herrera-Viedma, E., Alonso, S., & Cabrerizo, F.J. (2009). Agregación de índices bibliométricos para evaluar la producción científica de los investigadores. *El Profesional de la Información*, 18(5), 559-561.
- Hull, D., Pettifer, S. R., & Kell, D. B. (2008). *Defrosting the digital library: bibliographic tools for the next generation web. PLoS Computational Biology*, 4(10), e1000204. doi:10.1371/journal.pcbi.1000204
- Martínez, R. (2007). *Biblioteca Digital: conceptos, recursos y estándares*. Buenos Aires: Alfagrama.
- Serrano, Z. (2005). *Construcción de Invernaderos*. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Timmons, M. B. y Losordo. (1994). *Aquaculture Water Reuse Systems: Engineering Design and Management*. 1st Edition. Elsevier Science.
- Timmons M.B., Ebeling J.M., Wheaton F.W., Summerfelt S.T. y Vinci B.J., (2002). *Recirculating aquaculture systems. Northeastern Regional Aquaculture Center*. E.U.A.769 pp. Wink, D. M., & Killingsworth, E. K. Optimizing use of library technology. *Nurse Educator*, 36(2), 48-51.
- Torres, D. (2015). *Actividad Agrícola*. Ecuador: Universidad de Guayaquil.

.....

Comparación de un curado adecuado del concreto normal entre antisol, humedecimiento constante y especímenes sin curar

Oscar Vladimir Ruiz Suárez¹
ruiz.oscarvl@uniagraria.edu.co
Daniela Burgos Calderón²
burgos.daniela@uniagraria.edu.co

.....

Resumen

El presente artículo está basado en una investigación que se realizó acerca de dos metodologías de curado a un concreto simple. Adicionalmente, se comparó junto con muestras que no son curadas. Esto, partiendo de la importancia que tiene realizar este procedimiento para garantizar el adecuado funcionamiento del concreto como material de construcción en obras de Ingeniería Civil. Se realizaron pruebas de compresión simple para determinar la resistencia que adquiere el concreto en distintas fechas, una vez comienza su etapa de curado. Paralelo a esto, se elaboró este mismo ensayo a muestras que no son curadas para determinar qué porcentaje de deficiencia presentarían los elementos que no son sometidos a este procedimiento fundamental, dentro de la elaboración de una edificación en concreto reforzado.

Palabras clave: Curado, membranas curadoras, resistencia, compresión.

Abstract

This article is based on research being done on two methodologies cured a simple concrete, and additionally want to compare with samples that are not cured. This based on the importance of this procedure to ensure excellent performance of concrete as a building material in civil engineering. Simple compression tests to determine the resistance was acquiring the concrete at different time once began curing step were conducted. Parallel to this, a same test samples that are not cured to determine what percentage of deficiency would present the elements that are not subject to this fundamental process in the development of a particular building was developed.

Keywords: Cured, membranes curators, resistance, compression.

¹ Oscar Vladimir Ruiz Suárez, Ingeniero Civil. Magister en Estructuras. Ps en Pedagogía y Docencia Universitaria. Docente de UNIAGRARIA.

² Daniela Burgos Calderón, estudiante de Ingeniería Civil de UNIAGRARIA.

Introducción

Todos los ciudadanos han visto el concreto, en las calles grandes, pequeñas edificaciones, carreteras y puentes, pues en su mayoría están hechas a base de este material. Los constructores implementan el concreto en sus distintos proyectos, debido a su excelente comportamiento ante las distintas fuerzas que se puedan presentar, independientemente de cual sea su naturaleza.

Para que el concreto como material de construcción cumpla con su función, debe ser sometido a distintas prácticas durante su elaboración in situ que garanticen su óptimo comportamiento y durabilidad, a fin de respaldar la vida útil no solo del elemento si no de la edificación.

Aunado a esto, el curado es uno de los factores principales durante la elaboración del concreto, pues refiere a la actividad de mantener la humedad y temperatura requerida por el mismo los días posteriores al desencofrado (retiro de formaleta, por ende exposición del elemento a la intemperie), donde el elemento por naturaleza perderá agua fundamental para seguir hidratando sus partículas de cemento, que endurecen y así alcanzan la resistencia final requerida para satisfacer la necesidad del elemento dentro de la estructura.

Partiendo de lo mencionado, se requiere buscar una forma eficaz de curar los elementos de concreto de forma que se ajuste a las condiciones de obra, tiempo, presupuesto y disponibilidad del constructor.

Descripción del problema

Actualmente se requiere optimizar costos y tiempo en la mano de obra y en la ejecución de las actividades desarrolladas, principalmente en el proceso constructivo de la infraestructura. Al pasar de los años, se han utilizado los métodos tradicionales (humedecimiento constante, plástico, etc.) para mantener el óptimo contenido de humedad en el concreto durante el proceso de curado. Recientemente han salido al mercado productos húmedos (material sellante), que según sus fabricantes garantizan el completo desarrollo de la resistencia por curado.

Con esta investigación, se busca constatar cuál es el proceso óptimo para hacer reducción en los aspectos mencionados en el párrafo anterior y que cumplan con la resistencia establecida en el diseño.

Lo anterior, partiendo de ensayos de laboratorio con muestras de concreto simple elaborado bajo la normatividad ACI (American Concrete Institute). Muestras que posteriormente deben ser curadas; procedimiento que se llevará a cabo con el sistema tradicional (humedecimiento constante con agua), membrana curadora (Antisol rojo de Sika), y adicionalmente se hará una comparación en porcentaje con especímenes sin curar.

Marco Teórico

El curado es el procedimiento en el que con el tiempo el concreto madura y alcanza su máxima resistencia. Esto, siendo resultado de una hidratación y temperatura adecuada donde el cemento necesita mantener una cantidad de agua suficiente durante el proceso de curado hasta lograr su completo endurecimiento, siendo este el aspecto más importante. De lo contrario, sufriría una deshidratación que provocaría agrietamiento, deficiencia en la resistencia y poca durabilidad, entre otras.

Un adecuado y oportuno método de curado trae tantos y tan variados beneficios a una estructura de concreto, que de forma contraria sus efectos serían perjudiciales, tanto así que el curado no sólo influye en la resistencia final del concreto, sino que disminuye notablemente la permeabilidad y beneficia la resistencia de la piel de concreto, dando paso al ingreso de gases (dióxido de carbono y oxígeno) siendo estos necesarios para deteriorar el refuerzo y para provocar corrosión.

Adicionalmente aumenta la resistencia a la abrasión de pisos de concreto, vías y obras hidráulicas, reduciendo la posibilidad de aparición de grietas por contracción plástica, aunque con todo esto no la puede evitar

completamente, retarda la contracción de secado, haciendo que se desarrolle a una edad tal que la resistencia mecánica, especialmente a tensión, haya alcanzado un nivel suficientemente alto para que así pueda contribuir, en unión con la armadura, a controlar el agrietamiento. (Sánchez de Guzmán, 2001).

Curado con agua, por inmersión

Este es el método que produce los mejores resultados, pero cabe resaltar que presenta inconvenientes de tipo práctico, pues esta metodología implica inundar o sumergir completamente el elemento de concreto. En la mayoría de obras resulta complejo poder sumergir completamente un elemento estructural.

Rociadores y aspersores

Esta metodología presenta buenos resultados, es fácil y práctica de ejecutar. Tiene el inconveniente de que la discontinuidad o la aplicación ocasional o interrumpida de agua, pueden encaminar a un curado deficiente. El agua para curado del concreto debe estar libre de cualquier tipo de contaminantes y materiales deletéreos.

Empleo de arena, tierra o aserrín

Esta metodología de curado se emplea con algún éxito. El curado mediante el recubrimiento del elemento en concreto, con alguno de estos materiales; los dos primeros (arena y tierra) son muy útiles y prácticos cuando se presentan condiciones climáticas desfavorables, tales como fuertes vientos. Sin embargo, tienen algunos inconvenientes. Además de los tejidos de fique, pueden manchar el concreto o deteriorarlo como lo suele ocasionar el aserrín, proveniente de maderas con alto contenido de ácido tánico. La tierra debe estar en condición húmeda y libre de materia orgánica que pueda reaccionar al hacer contacto con el concreto. (Sánchez de Guzmán, 2001).

Compuestos de curado

Los compuestos líquidos de curado que forman membrana, deben cumplir las especificaciones de la Norma ASTM C 309-98 y en nuestro medio, la NTC-

1977. Entre las materias primas que normalmente se usan para la fabricación de compuestos de curado se pueden citar: ceras, resinas, caucho clorado y disolventes altamente volátiles. Estos compuestos deben estar diseñados de tal manera que formen un sello, poco tiempo después de haber sido aplicados. Además, no deben reaccionar con la pasta de cemento.

Normalmente se le adiciona un pigmento (blanco, gris, rojo) a dichos compuestos de curado, con el fin de provocar la reflexión de los rayos solares; además, el pigmento hace visible el compuesto al operario, facilitándole el control de cubrimiento. Los compuestos que forman membrana, normalmente se aplican con fumigadora manual o rociadores mecánicos.

Se recomienda aplicarlos en dos capas, la segunda debe aplicarse en dirección perpendicular a la primera para garantizar la uniformidad del sello. El momento óptimo para la aplicación de los compuestos líquidos es aquel en el cual se observa que ha desaparecido agua libre de la superficie del concreto, aunque sin demorar la aplicación tanto, porque el compuesto puede ser absorbido por los poros superficiales del concreto.

Aunado a lo anterior, lo que se buscó fue encontrar la metodología de curado más eficiente, a través de ensayos de compresión simple, que es la medida más común de eficiencia utilizada en la ingeniería para diseñar edificios y demás estructuras. Normalmente, esta resistencia a la compresión se mide fracturando o fallando como se le dice comúnmente, probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayo de compresión axial. Esta se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que está resistiendo a la carga y se da en unidades de libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi) en unidades generalmente usadas en EEUU, en mega pascales (MPa) como unidades del SI y en Kg/cm² en unidades MKS (Fitzgerald, 1996).

Normalmente, en la mayoría de los casos, los requerimientos de resistencia para el concreto se realizan a la edad de 28 días. La correlación entre una resistencia temprana de los especímenes y la resistencia a una edad mayor, depende de los materiales que contiene el concreto y del proceso que se ha empleado. Cualquier valor de resistencia obtenido en los especímenes tiene dudosa relación con la

resistencia del concreto en la estructura y solamente es un indicador de la probable capacidad de carga que se pueda desarrollar en la estructura con alguna expresión matemática adecuada. Esto, dado que los especímenes son curados de manera correcta, generalmente por inmersión, dejándolos a tiempo completo sumergidos, hecho que no se realiza con la estructura o elemento en concreto.

Determinación de la resistencia a la compresión del concreto

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se obtienen básicamente para determinar que la mezcla de concreto que ya ha sido preparada y vaciada cumpla con los requerimientos de la resistencia dada, ($f'c$) en la especificación del proyecto. Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de estas muestras cilíndricas se pueden utilizar para temas de control de calidad, aprobación del concreto o para la determinación de la resistencia del concreto en las estructuras (Garín, 2012).

Metodología

Para hacer esta evaluación de metodologías de curado, se tomó como base un concreto simple de 3000 psi (lb/in^2) de resistencia, elaborado bajo la metodología ACI (American Concrete Institute), se realizaron 36 muestras cilíndricas, de las cuales 12 serían para curado por humedecimiento constante, 12 para curado con antisol rojo y 12 especímenes no tendrían curado para hacer posteriores comparaciones. Posterior al desmolde se separaron los 3 grupos de muestras para hacer su respectivo curado.

Curado por humedecimiento constante

Para el curado por humedecimiento constante se realizó un sistema de riego con un programador electrónico, con temporizador ajustable, el cual se estableció que regara las muestras por un minuto, cuatro veces al día. Este se encendía a las 8 am y 10 am, y en las horas de la tarde a las 2 y 4 pm. El procedimiento se realizó para los 28 días de curado, exceptuando 3 domingos, ya que el propósito de este proyecto era simular un caso real de obra.

Curado con material sellante

El curado con material sellante se hizo con antisol rojo a base de agua de la marca Sika, el cual trabaja como membrana curadora de concreto tipo 1 clase A, conforme a los procedimientos ya descritos en la norma ASTM C- 156, para elementos con exposición a fuertes cambios en temperatura, vientos y lluvia.

Este compuesto acuoso consiste en crear una capa impermeable sobre el elemento de concreto, para evitar la pérdida prematura de la humedad, únicamente requiere de una aplicación, una vez se ha desmoldado el elemento ya realizará su trabajo curador durante los próximos 28 días (Covarrubias, 1991). En cuestiones de presentación puede ser lavado, una vez transcurridos los 28 días de curado. Así, se aplicó una capa uniforme en todas las caras de las muestras cilíndricas, con ayuda de una brocha, asegurándose de que no quedaran espacios sin cubrimiento del producto.

Muestras sin curar

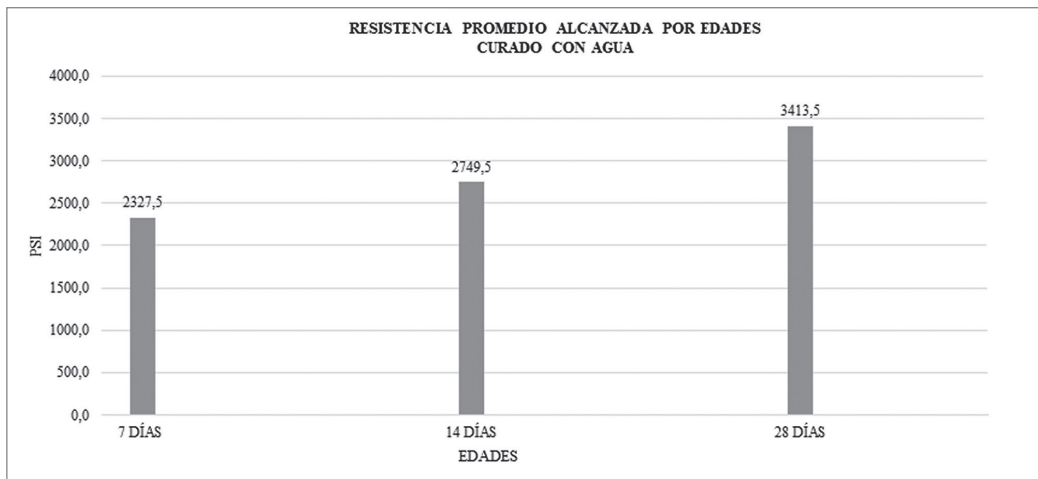
Adicionalmente a las muestras que estaban siendo curadas con dos metodologías distintas, se dejaron 12 especímenes sin curar para hacer una comparación de los porcentajes, en cuanto a la diferencia de las resistencias a compresión axial que presenta un elemento que no cuenta con curado, respecto a uno que sí es curado.

Finalmente, los ensayos de compresión simple se realizaron a todas las muestras, a los 7, 14 y 28 días de edad. En cada fecha se fallaron cuatro muestras, en cada uno de los escenarios propuestos.

Resultados y Discusión

A continuación se observan los diagramas de barras comparativos de las resistencias obtenidas a través de los ensayos de compresión axial, de los cuales se pueden crear relaciones entre las diferentes metodologías de curado realizadas en este proyecto. De ese modo, se pudo evaluar las diferencias porcentuales que se pueden encontrar entre una y otra metodología. Esto, con el fin de establecer conclusiones de la efectividad, facilidad de aplicación y economía.

Tabla 1. Resistencias por humedecimiento constante

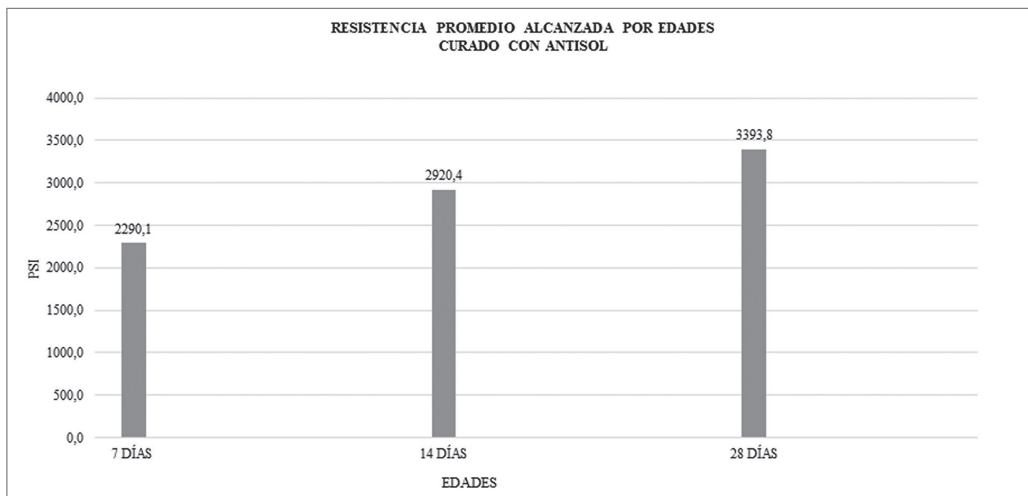


Fuente: Propia de los autores del documento.

Las resistencias obtenidas, bajo la metodología de curado de humedecimiento cumplen en las 3 edades, a las cuales se les aplicó la prueba de compresión. A los 7 días, ya había alcanzado un 77.5 % de la resistencia base de diseño, a los 14 días ya estaba en el 91.6 % y a los 28 días, ya había superado la resistencia base de diseño en un 13.8 %.

De esta metodología de humedecimiento constante se puede decir que es totalmente confiable su aplicación en obra, pues esta impide la pérdida prematura de agua en el elemento estructural, garantizando así el alcance total de la resistencia de diseño. La mezcla de concreto nunca presentó alzas en la temperatura, las cuales posteriormente podrían afectar la resistencia por la aceleración en las reacciones químicas de la hidratación del concreto.

Tabla 2. Resistencias con material sellante

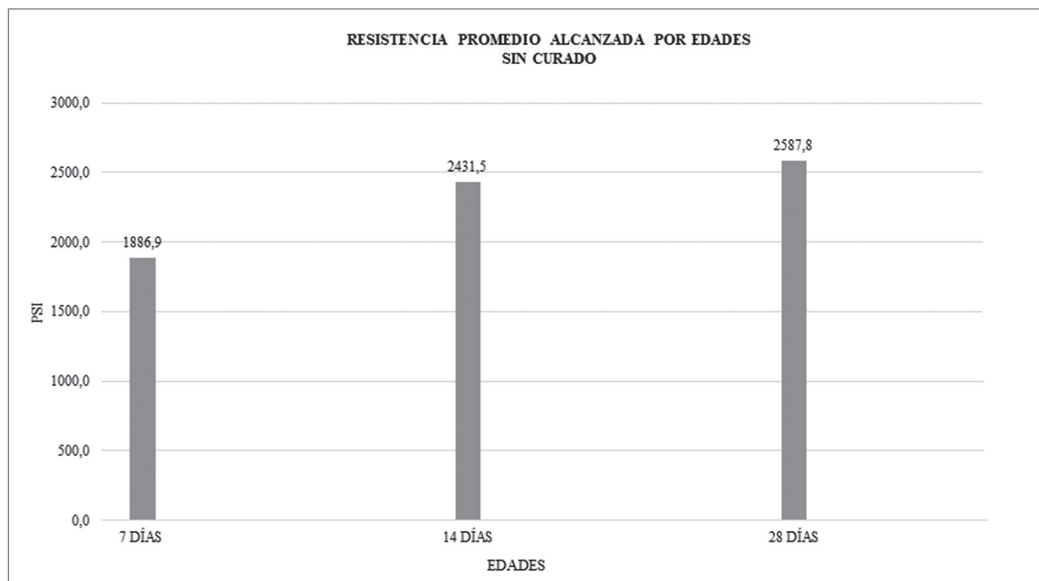


Fuente: Propia de los autores del documento.

Se puede evidenciar que a los 7 días, se obtiene un 76.3 % de la resistencia base de diseño, es decir un 1.2 % menor a la resistencia que alcanzó la metodología de humedecimiento constante. Continuo a esto, a los 14 días presenta un 97.3 % de la resistencia, respecto a los especímenes curados bajo humedecimiento constante,

el antisol presenta un alza del 5.7 %. Finalmente, a los 28 días, alcanza y supera la resistencia de diseño en un 13.1 %, quedando un 0.7 % debajo de la resistencia alcanzada en el curado con agua. Un valor mínimo que permite establecer la conclusión de que ambas metodologías cumplieron el objetivo de alcanzar las resistencias de diseño inicial.

Tabla 3. Resistencias en muestras sin curado



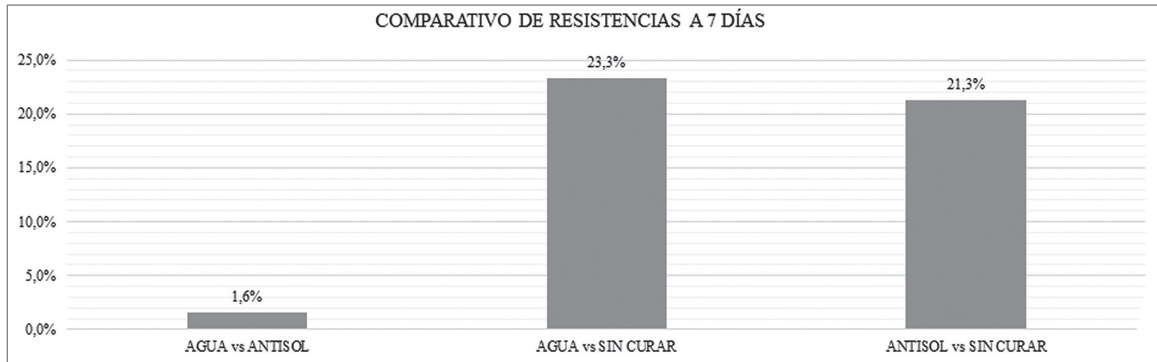
Fuente: Propia de los autores del documento.

Es cierto que el proceso de curado es el nombre que se le da a la acción de mantener el concreto lo más húmedo posible, mientras este alcanza la resistencia, pues se le está proporcionando el agua necesaria para hacer la respectiva hidratación del cemento y así, ejecutar eficientemente su proceso de endurecimiento. Como el concreto presenta por naturaleza pérdida de humedad durante el proceso de fraguado, al quedar expuesto completamente al aire y no contar con algún suministro de hidratación, lo que hará es perder la humedad con la que cuenta, creando una disminución en la velocidad e intensidad del fraguado de la mezcla de concreto. Por tanto, afecta específicamente a la resistencia final. En el ejercicio teórico-práctico se puede evidenciar lo mencionado, partiendo de que a los 7 días, solo se alcanzó un 62.8 %, es decir se estaría hablando de un

4.2 % de deficiencia, respecto a lo requerido para dicha edad. Posteriormente, a los 14 días se obtuvo un 81 % cuando debía estar por encima del 84 %, es decir que sigue por debajo de los requerimientos. Finalmente, a los 28 días, como se esperaba, no alcanza la resistencia, pues estaba en el 86.2 %, así mismo presentando 13.7 % de deficiencia respecto al 100 % que debía cumplir. Es relevante mencionar que la diferencia de las resistencias obtenidas en los especímenes sin curar en cualquiera de las 3 edades evaluadas, es significativa respecto a los dos sistemas de curado implementados en este proyecto.

A continuación en las tablas 4, 5 y 6 se relaciona porcentualmente los datos obtenidos por edad de las pruebas de compresión.

Tabla 4. Diferencia porcentual de las resistencias obtenidas a los 7 días.

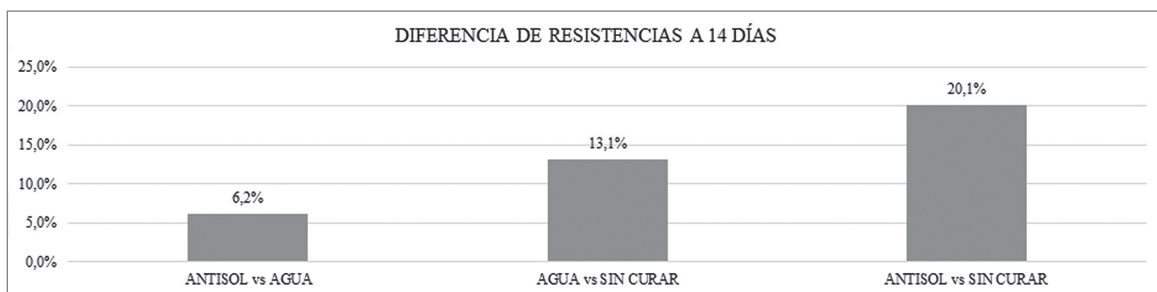


Fuente: Propia de los autores del documento.

En la tabla 4 se evidencia como el curado con humedecimiento contante se encuentra un 1.6 % por encima de la resistencia obtenida con antisol, mientras que a los especímenes sin curar les lleva

un 23.3 % de diferencia y el antisol un 21.3 %. Valores significativos que aseguran una deficiencia en las condiciones, bajo las que se encuentran los especímenes sin curar.

Tabla 5. Diferencia porcentual de las resistencias obtenidas a los 14 días.

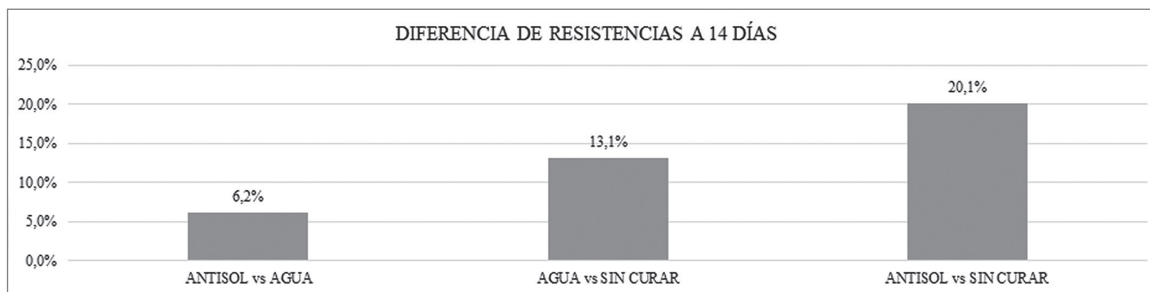


Fuente: Propia de los autores del documento.

Las diferencias que se encontraron a los 14 días se observan en la tabla 5, donde muestra un alza del 6.2 % del antisol sobre el curado con agua. De igual

forma, hay diferencia significativa en los especímenes sin curar de un 13.1 % y 20.1 % del agua y antisol, respectivamente.

Tabla 6. Diferencia porcentual de las resistencias obtenidas a los 28 días.

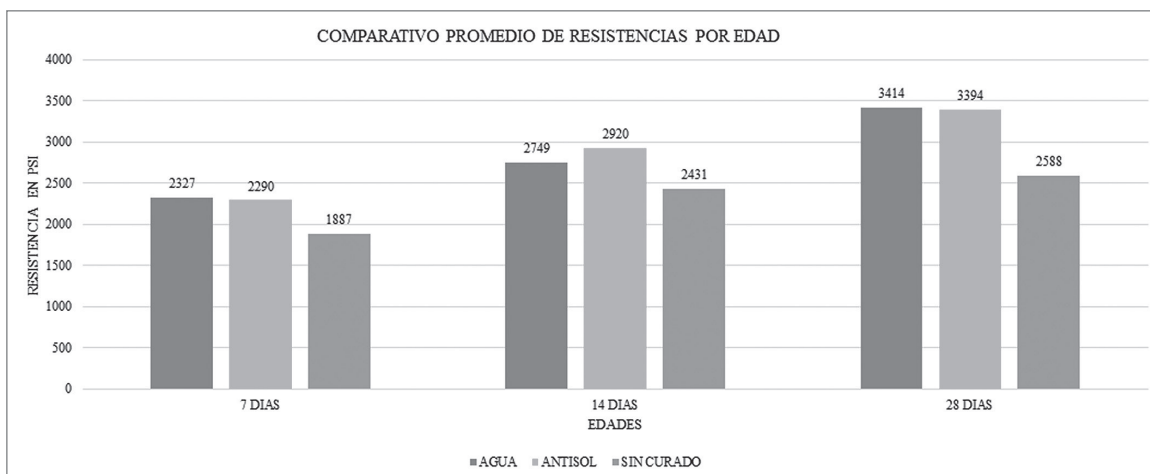


Fuente: Propia de los autores del documento.

Finalmente, en el ensayo de compresión, a los 28 días se obtiene que tanto el curado por humedecimiento constante, como con antisol, cumplen con su función de curado. Sin embargo, como resistencia final, la resistencia de las muestras curadas con agua se encuentra un 5 % más elevada que la de los especímenes curados con antisol. La diferencia más significativa se presenta en los ensayos realizados a los 28 días. Se encuentra que es una diferencia del 31.9 % y 31.1 % de agua y antisol, respectivamente a las muestras sin curar.

Es cierto que un sinnúmero de factores son los que afectan la resistencia del concreto durante el proceso de fraguado y curado, esto independientemente de los materiales y su calidad. No obstante, la carencia de curado o un mal procedimiento de curado son los más importantes, como ha sido mencionado, al estar expuesto de manera permanente al aire se va a estancar el alcance de una mayor resistencia.

Tabla 7. Resumen comparativo de las resistencias.



Fuente: Propia de los autores del documento.

Teniendo ya el comparativo total de las resistencias obtenidas, es más claro el panorama del comportamiento del concreto en términos de resistencia, bajo cada metodología utilizada, porque permite apreciar además, la trascendencia de llevar a cabo prácticas inadecuadas o simplemente no realizar el proceso en los elementos estructurales de concreto, poniendo en riesgo la vida útil de la estructura. De la misma manera, cabe resaltar la importancia de este, partiendo de que la característica mecánica principal del concreto es la resistencia a compresión simple.

En cuanto al análisis de falla, se encontró que las muestras curadas con agua presentaron mayor índice de rotura en forma transversal, mientras que los especímenes curados con membrana sellante y sin curado, fallaron de forma cónica y transversal.

Finalmente, haciendo un análisis de costos de lo invertido en este proyecto y llevándolo a un ejemplo real de obra se tendría que, para curar 4 muros de concreto, de 2,40 m por 2,20 m por 0,12 m, el valor del procedimiento por humedecimiento constante sería de \$388.378 pesos. Esto realizando todo el montaje del programador, manguera, energía, y accesorios. Mientras que para el curado con antisol tendría un costo de \$406.580 pesos, incluyendo además del material, una fumigadora y la mano de obra.

De lo anterior, se puede resaltar que entre los costos de implementación de las dos metodologías se encuentra una diferencia del 4.47% de la membrana curadora por encima del curado por humedecimiento constante.

Conclusiones

1. A través de los resultados de compresión axial obtenidos en el laboratorio a muestras de concreto simple curadas con antisol rojo y humedecimiento constante, se puede concluir que ambas metodologías presentan un alto grado de efectividad y confiabilidad para ser implementados en proyectos de la Ingeniería Civil.
2. Se obtienen resistencias a compresión axial a determinadas edades (7, 14 y 28 días) de lo cual se puede determinar que si un concreto normal es curado por humedecimiento constante o antisol cumplirá con los valores porcentuales establecidos para cada edad, garantizando que alcanzará la resistencia final, a los 28 días. Así mismo, con estos resultados de laboratorio se demuestra que el no llevar a cabo el proceso de curado presenta una deficiencia significativa en la obtención de la resistencia final del concreto.
3. Con base en los ensayos realizados, se observa que las metodologías de curado por humedecimiento constante y membrana curadora (antisol rojo Sika), cumplieron y superaron el porcentaje de resistencia dada para cada edad. A diferencia de los especímenes que no fueron curados y no cumplieron con el porcentaje de resistencia requerida para cada edad de falla.

Adicionalmente, se presenta un cuadro comparativo de las ventajas y desventajas de los tres escenarios implementados en esta investigación.

Tabla 8. Comparativo de ventajas y desventajas entre metodologías de curado.

Curado por humedecimiento constante	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • No requiere de mano de obra en ningún momento del proceso de curado, si se cuenta con el programador electrónico. • Es económico: se utilizan pilas o energía eléctrica y el gasto es de menos del 5%. • No tiñe el concreto. • No se le añaden químicos al concreto que posiblemente a futuro, le puedan generar deficiencias en la durabilidad. • Cumple con el proceso de curado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere de la implementación del programador electrónico.

Continuación Tabla 8. Comparativo de ventajas y desventajas entre metodologías de curado.

Curado con material sellante (Antisol rojo Sika)	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Su aplicación es práctica y se hace una única vez. • No requiere de varias capas. • No requiere de ningún tipo de supervisión por parte de un trabajador, durante la etapa de curado. • Cumple con el proceso de curado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere mano de obra inicial para la aplicación del material sellante sobre el elemento. • Tiñe el concreto, por ende requiere de lavado post-curado. • Su costo es del 4.47% más elevado, ante el de humedecimiento constante.
No curado	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • No requiere mano de obra. • No requiere ningún elemento para llevar a cabo el proceso de curado. • No genera costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No cumplirá con la resistencia requerida. • Se presentarán futuras fallas en el elemento. • Afectará la vida útil de la estructura.

Nota: Análisis de información con base en los datos obtenidos de la investigación realizada.

Fuente: Propia de los autores del documento.

Referencias Bibliográficas

- Covarrubias, J. (1991). Uso de membrana de curado en pavimentos de hormigón. Revista *Ingeniería de Construcción*. Recuperado de: <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/viewFile/342/pdf>
- Fitzgerald, R. (1996). *Mecánica de materiales*. Alfaomega.
- Garín, L., Santilli, A., Pejoja, E. (2012). *Influencia del curado en la resistencia a compresión del hormigón: estudio experimental*. Recuperado de: http://www.um.edu.uy/docs/9_influencia_del_curado_resistencia_compresion_del_hormigon.pdf
- Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogotá, Colombia: Bhandar Editores Ltda.

.....

Definición de un modelo para la estimación del índice de calidad ambiental (ICA) a partir del sistema de indicadores simples desarrollados para los municipios del departamento de Nariño

Francisco A. Orjuela C.¹
orjuela.francisco@uniagraria.edu.co
Edgar Ricardo Monroy Vargas²
monroy.edgar@uniagraria.edu.co

.....

Resumen

El propósito del estudio es validar la aplicación del análisis estadístico multivariante, específicamente, el análisis de componentes principales para transformar un conjunto de indicadores ambientales del departamento de Nariño a un nuevo conjunto de indicadores compuestos o sintéticos, tomando como base los indicadores ambientales evaluados en la investigación “Gestión ambiental municipal: Una propuesta de indicadores de evaluación” (Criollo, 2014). “Los indicadores compuestos se construyen con el objetivo de medir el desempeño de una unidad de análisis en un área o tema determinado, lo que puede ser utilizado como punto de partida para el estudio de la situación, ya que proporciona información acerca de una cuestión de relevancia y permite percibir una tendencia o fenómeno, no directamente detectable” (Schuschny, 2009). Los indicadores de calidad permitirán revelar o señalar si la calidad de vida en los municipios está mejorando o empeorando y si el Gobierno Municipal, a través de la implementación de programas y proyectos, se encuentra en el camino sostenible en cuanto al uso de los recursos para satisfacer equitativamente las demandas y deseos de la población de hoy y del futuro. Considerando que el análisis de componentes principales es un método muy útil para analizar datos numéricos estructurados en una tabla de M observaciones / N variables y teniendo en cuenta la accesibilidad y versatilidad en el manejo se utilizará Xlstat que es un conjunto de módulos de análisis estadístico para Microsoft Excel.

Palabras clave: Análisis multivariante, indicadores ambientales, indicadores compuestos e indicadores de calidad ambiental.

Abstract

The purpose of the study is to validate the application of multivariate statistical analysis, specifically, principal component analysis, to transform a set of environmental indicators to a new set of composite indicators, based on environmental indicators assessed in the investigation “Municipal environmental management: A proposal for evaluation indicators” (Criollo, 2014). Composite indicators are constructed with the aim of measuring the performance of an analysis unit in an area or topic, which can be used as a starting point for the study of the situation the same as it provides information about a matter relevant and can perceive a trend or phenomenon, not directly detectable (Schuschny, 2009). The indicators of quality will reveal or indicate if the quality of life in the municipalities is improving or worsening and if the municipal government, through the implementation of programs and projects, is in the sustainable way as far as the use of resources, To satisfy equitably the demands and desires of the population of today and of the future. Considering that the main component analysis is a very useful method to analyze numerical data structured in a table of M observations / N variables and taking into account the accessibility and versatility in the management will be used Xlstat which is a set of modules of statistical analysis for Microsoft Excel.

Keywords: Multivariate analysis, environmental indicators, composite indicators, indicators of environmental quality.

¹ Francisco A. Orjuela C., Ingeniero Civil. Candidato a Magister en Ingeniería y Tecnología Ambiental. Profesor del programa de Ingeniería Civil de UNIAGRARIA

² Edgar Ricardo Monroy Vargas, Ingeniero Civil. Ph.D Docente Investigador de UNIAGRARIA.

Introducción

Uno de los retos más importantes a los que se enfrenta la sociedad es la protección del medio ambiente, en la medida que los actuales patrones de producción y consumo están conduciendo a un progresivo agotamiento de los recursos naturales y al deterioro de las condiciones ambientales, con las consiguientes repercusiones sobre el presente y el futuro, tanto económico como social.

Alcanzar un grado de protección satisfactorio del medio ambiente requiere conocer su contexto actual y realizar un seguimiento de su evolución en el tiempo, considerando los estándares de calidad que se deben alcanzar. De esta forma será posible evaluar los resultados ambientales de las diferentes políticas y programas que se pretenden llevar a cabo.

Los indicadores ambientales se han venido robusteciendo como herramientas útiles para la toma de decisiones, por lo cual es necesario compendiarla para que resulte procedente en la toma de decisiones.

Los indicadores no resuelven ningún conflicto ambiental, pero si coadyuvan a suministrar información estadística sobre el estado del medio ambiente y el nivel de integración de las políticas ambientales y las variables medioambientales. Así mismo, los indicadores se consolidan como una herramienta que permite dar a conocer la información ambiental de una forma simple y a la vez rigurosa, permitiendo su uso y seguimiento por la ciudadanía, los gobiernos y organismos regionales, nacionales o internacionales.

Para la construcción del concepto de indicador ambiental, inicialmente definiremos el término indicador, como: “una observación empírica o estimación estadística que sintetiza aspectos de uno o más fenómenos que resultan importantes para uno o más propósitos analíticos y de monitoreo en el tiempo. Si bien el término indicador puede aludir a cualquier característica observable de un fenómeno, suele aplicarse a aquellas que son susceptibles de expresión numérica y que son pertinentes o de máxima importancia para el interés público” (Quiroga, 2009).

En cuanto a lo ambiental se define la investigación ambiental “como aquella que se ocupa del estudio del entorno físico-biótico, de su relación con la estructura sociocultural, y de las dinámicas que tal relación conlleva” (Departamento Administrativo del Medio Ambiente, 2002). De tal manera que lo ambiental corresponde al contexto físico-biótico, su relación con la estructura sociocultural y sus dinámicas.

“De forma general los indicadores simples están constituidos por la combinación de dos o más datos y estos indicadores y/o muchos datos son convertidos en un índice o indicadores sintéticos, mediante una función matemática que los sintetiza”. (Escobar, 2006).

“El índice o indicador sintético está formado por una serie de componentes que aportan información valiosa acerca del objetivo a medir, ya sea de calidad ambiental o de desarrollo sostenible, entre otros, en las distintas unidades de observación”. (Zarzosa, 1996).

Recientemente, los indicadores compuestos o sintéticos que resumen la información contenida en los sistemas de indicadores, han ganado un creciente interés como una herramienta eficaz que contribuye a la formulación y el análisis de políticas públicas, así como a su evaluación y comunicación. Por su capacidad de síntesis, los indicadores compuestos permiten atraer la atención de la comunidad, dar lugar a la creación de narrativas convincentes y ayudar a enfocar los debates de las políticas integradas que promuevan el desarrollo, orientado a la sostenibilidad. La construcción de indicadores compuestos, con el fin de analizar y evaluar el desempeño de los países, suele realizarse en múltiples áreas de la gestión pública, tales como la economía y sus diversos sectores (industria, agricultura, servicios, etc.), el desarrollo social y el análisis integrado del medio ambiente y su interacción con el desarrollo económico, sectorial y social. Estos indicadores compuestos también suelen aplicarse en la formulación de políticas de promoción de la innovación y la investigación científica. (Schuschny, 2009).

Descripción del problema

Denominamos calidad ambiental o ecológica a la valoración que damos a un espacio natural en función de un estado de referencia, el cual se equipara a la máxima naturalidad, entendiéndose ésta como la que ha sufrido una nula o escasa alteración humana. Al estado de referencia se le adjudica el valor máximo de calidad ambiental. Mientras que a un espacio con total alteración, donde no se conserva ningún aspecto o valor natural original se le asigna el valor mínimo de calidad ambiental. En el medio de ambos se establecen diferentes niveles de calidad, en función de su grado de naturalidad o de alteración, según se mire. (EntornxxI, 2013).

Así mismo cabe recordar que en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el principio 10, establece que, el mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes. (ONU, 1972).

Durante los años sucesivos a la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo se reiteró la necesidad de generar conjuntos de indicadores de monitoreo al desarrollo sostenible. Estos indicadores fueron llamados indicadores compuestos o sintéticos y es aquí donde los indicadores ambientales son muy importantes como herramientas en los procesos de evaluación y de toma de decisiones políticas sobre los problemas ambientales.

Marco Teórico

Cuando se recoge información de una muestra de datos, lo más usual es tomar el mayor número posible de variables. Esto implica que si tomamos demasiadas variables sobre un conjunto de objetos, el número de

coeficientes de correlación se incrementa en gran medida, es decir a mayor número de variables, mayor número de coeficientes de correlación. Obviamente, la visualización de la relaciones entre las variables se hace muy difícil. Por otra parte, se presenta una fuerte correlación entre las variables. Si tomamos demasiadas variables, que por lo general sucede cuando se desconoce demasiado sobre los datos o sólo se tiene intención exploratoria, lo usual es que estén relacionadas o que midan lo mismo, bajo distintos puntos de vista.

Así las cosas, es necesario reducir el número de variables. Nótese que el concepto de mayor información se articula con el de mayor variabilidad o varianza. Cuanto mayor sea la variabilidad de los datos (varianza) se estima que existe mayor información, lo cual está íntimamente ligada al concepto de entropía.

Para estudiar las relaciones que se presentan entre (p) variables correlacionadas (que miden información común), se puede transformar el conjunto original de variables en otro conjunto de nuevas variables interrelacionadas entre sí (que no tenga repetición o redundancia en la información) llamado conjunto de componentes principales. Las nuevas variables son combinaciones lineales de las anteriores y se van construyendo, según el orden de importancia en cuanto a la variabilidad total que recogen de la muestra. De modo ideal, se buscan $m < p$ variables que sean combinaciones lineales de las p originales y que estén interrelacionadas, recogiendo la mayor parte de la información o variabilidad de los datos. Si las variables originales están interrelacionadas de partida, entonces no tiene sentido realizar un análisis de componentes principales. El análisis de componentes principales es una técnica matemática que no requiere la suposición de normalidad multivariante de los datos, aunque si esto último se cumple se puede dar una interpretación más profunda de dichos componentes.

Una aproximación metodológica bastante clara es la que se detalla a continuación (Carmona, 2016).

Antes de aplicar el Análisis de Componentes Principales (ACP) debe comprobarse si es necesario, es decir si la correlación entre las variables analizadas es lo suficientemente grande como para justificar la factorización de la matriz de coeficientes de correlación. Esta comprobación puede hacerse mediante el test

de Bartlett (1950), que parte de la hipótesis nula de que la matriz de coeficientes de correlación no es significativamente distinta de la matriz identidad. Bartlett

calcula un estadístico basado en el valor del determinante de la matriz de coeficientes de correlación del siguiente modo:

$$-[n-1-(2k+5)/6] \ln |\mathbf{R}| \sim \chi_{(k^2-k)/2}^2$$

Donde k es el número de variables de la matriz, n el tamaño de la muestra y \mathbf{R} la matriz de correlaciones. El test de Bartlett tiene un gran inconveniente. Tiende a ser estadísticamente significativo cuando el tamaño muestral n crece. Algunos autores advierten que únicamente se utilice cuando la razón n/k sea menor que 5.

Debido a lo anterior, a menudo es usual recurrir a El Índice de Kaiser-Meyer-Olkin o Medida de Adecuación Muestral (KMO), la cual tiene el mismo objetivo que el test de Bartlett. Se trata de saber si podemos factorizar las variables originales de forma eficiente. El punto de partida también es la matriz de correlaciones entre las variables observadas. Sabemos que las variables pueden estar más o menos correlacionadas, pero la correlación entre dos de ellas puede estar influenciada por las otras.

El paso siguiente consiste en la obtención de los valores y vectores propios de la matriz de covarianzas muestral o de la matriz de coeficientes de correlación que se obtienen a partir de la matriz de datos. Los otros elementos importantes en un ACP son los vectores propios asociados a cada valor propio.

La determinación del número de factores a retener es, en parte, arbitraria y queda a juicio del investigador. Un criterio es retener los factores con valor propio superior a 1. También podemos representar un gráfico de sedimentación (screen plot) de los valores propios y considerar el número de componentes en el que el descenso se estabiliza.

Como los factores no son directamente observables, su denominación es, en cierto modo, subjetiva, aunque se basa en las cargas de los factores con las variables originales. La carga del factor es la correlación existente entre una variable original y un factor, obtenido por combinación lineal de las variables originales. Estas

correlaciones se pueden calcular como producto de los coeficientes o *loadings* y las desviaciones de cada componente.

El principal resultado es el gráfico de puntuaciones, de donde se representan las observaciones o marcas en los ejes formados por los dos primeros componentes o factores principales. Es importante que el análisis se realice sobre la nube de puntos-individuos y la nube de variables. Con el fin de facilitar la interpretación del significado de los factores seleccionados es usual llevar a cabo una rotación de los ejes factoriales. Uno de los métodos más corrientes es el Varimax, desarrollado por Kaiser (1958), que efectúa una rotación ortogonal de los ejes factoriales. El objetivo de la rotación Varimax es conseguir que la correlación de cada una de las variables sea lo más próxima a 1 con sólo uno de los factores y próxima a cero con todos los demás.

Metodología

Con base en la matriz de indicadores simples citada en el resumen de la investigación, se procederá a realizar el análisis de componentes principales, siguiendo básicamente la siguiente estructura:

1. **Análisis de la matriz de correlaciones.** El análisis de componentes principales tiene sustento si hay altas correlaciones entre las variables, ya que esto apunta a que existe información redundante y, por tanto, pocos factores explicarán gran parte de la variabilidad total.
2. **Selección de los factores.** La elección de los factores se realizará de tal forma que el primero recoja la mayor proporción posible de la variabilidad original; el segundo factor debe recoger la máxima variabilidad posible no recogida

por el primero, y así sucesivamente, hasta la variabilidad que se considere suficiente. A estos se les denominará componentes principales.

3. **Análisis de la matriz factorial.** Seleccionados los componentes principales, se representan en forma de matriz. Cada elemento de esta representa los coeficientes factoriales de las variables (las correlaciones entre las variables y los componentes principales). La matriz tendrá tantas columnas como componentes principales y tantas filas como variables.
4. **Interpretación de los factores.** La claridad de interpretación de un factor demanda ciertas características, no muy fáciles de conseguir, pero que deben tenerse en cuenta. Estas son:
 - Los coeficientes factoriales deben ser próximos a 1.
 - Una variable debe tener coeficientes elevados sólo con un factor.
 - No deben existir factores con coeficientes similares.
5. **Cálculo de las puntuaciones factoriales.** Son las puntuaciones que tienen los componentes principales para cada caso. Estas nos permitirán su análisis posterior y su representación gráfica.

Resultados y Discusión

Considerando el estado actual de la presente investigación, su alcance y relevancia se espera que el resultado de ella permita canalizar por parte de la administración municipal, los mismos hacia la búsqueda del equilibrio entre lo económico, lo social y lo ambiental para mejorar la calidad de vida de la población, en el largo plazo. Por ello, los indicadores de calidad permitirán revelar o señalar si la calidad de vida en los municipios está mejorando o empeorando y si el gobierno municipal, a través de la implementación de programas y proyectos, se encuentra en el camino sostenible, en cuanto el uso de los recursos para satisfacer equitativamente las demandas y deseos de la población de hoy y del futuro. Es importante la discusión

y análisis de los resultados por cuanto esta dinámica y el conjunto de herramientas técnicas que se obtengan de esta investigación permitirán agilizar el proceso de ajuste de indicadores para una evaluación periódica, eficiente y oportuna. Así mismo, puntualizar controles y un seguimiento periódico en cuanto a las áreas críticas, para concretar acciones sistémicas y puntuales de actuación y planificación.

Referencias

- UNIAGRARIA . (2015). *Nuevos Retos y enfoques para la Enseñanza de la Ingeniería Civil*. Bogotá: Entrelibros.
- Andi. (2013). *ANDI*. Recuperado de: <http://www.andi.com.co/es/GAI/GuiInv/ConEst/ConEst/Paginas/ConM%C3%ADnCua.aspx>
- Carmona, F. (2016). *Universitat de Barcelona*. Recuperado de: <http://www.ub.edu/stat/docencia/Mates/ejemploACP.PDF>
- Colombia, L. (2012). *Licitaciones Colombia*. Recuperado de: <http://licitacionescolombia.jimdo.com/quienes-pueden-licitar/>
- Consejería de Medio Ambiente de Andalucía. (2007). *Guías Didácticas de Educación ambiental*. Andalucía: Consejería de Medio Ambiente de Andalucía.
- Criollo, R. (2014). *Gestión Ambiental Municipal: Una Propuesta de Indicadores de Evaluación*. Sao Pablo, Brasil.
- De castro cuéllar , A., Cruz Burguete, J, & Ruiz Montoya, L. (2008). *Educación con ética y valores ambientales para conservar la naturaleza*. México: Convergencia ISSN 1405-1435.
- Departamento Administrativo del Medio Ambiente. (2002). *Política Nacional de Investigación Ambiental*. Bogotá, Colombia.
- Eafit, U. (2005). Recuperado de : <http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/departamentos/departamento-contaduria-publica/planta-docente/Documents/Nota%20de%20clase%2058%20licitaciones.pdf>

- EntornxxI. (2013). Recuperado de: <https://entornxxi.wordpress.com/2013/04/29/los-bioindicadores-de-calidad-ambiental/>
- Escobar, L. (2006). Indicadores sintéticos de calidad ambiental: un modelo general para grandes zonas urbanas. Santiago de Chile. *Revista Eure* (Vol. XXXII, N° 96), pp. 73-98.
- Flórez, J. A. (2014). Recuperado de: http://www.ces.edu.co/index.php/component/docman/doc_download/416-abces-contratacion-publica-estatal?Itemid=
- Gobierno de Aragon, Departamento de Medio Ambiente . (s.f.). *Manual del sistema de indicadores ambientales de Aragon*.
- González, E., & Figueroa , D. L. (2009). Los Valores Ambientales en los Procesos Educativos: Realidades y Desafíos. Madrid, España. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*.
- Guillen, A. K. (2009). Origen, espacio y niveles de participación ciudadana. *International Journal*, 4 ((1)), pp.179-193.
- Lévy-Leboyer, C. (2000). Gestión de las competencias. Barcelona. *Gestión 2000*.
- Licitaciones. (2008). Recuperado de: <http://www.licitacion-es.com.mx/etapas-de-la-licitacion.html>
- ONU. (1972). Recuperado de: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA. (2005). Cambio Climático. *Proyecto Ciudadanía Ambiental Global* . Mexico: PNUMA.
- Programa Internacional de Educación Ambiental UNESCO-PNUMA. (1993). *Guía para la Enseñanza de Valores Ambientales* (Vols. ISBN:84-8198-059-5). Bilbao: EFCA, S.A.
- Publica, C. (2013). *Contratacion Pública*. Recuperado de: <http://www.aplicaciones-mcit.gov.co/cincopasos/c3.html>
- Publica, M. D. (2009). Recuperado de: <http://www.creosltda.com/attachments/licitacion%20publica.pdf>
- Quiroga, M. (2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en los países de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Schuschny, A. S. (2009). *Guía metodológica. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas .
- Urzúa, J. A. (2013). *La ética medio ambiental: principios y valores para una ciudadanía responsable en la Sociedad Global*. Chile : Acta bioeth. vol.19 No.2 .
- Zarzosa, E. (1996). Aproximación a la Medición del Bienestar Social. Idoneidad del indicador sintético "Distancia-P". *Cuadernos de Economía*. Vol. 24, 139 - 163, 140.

.....

El desarrollo del pensamiento crítico en la educación superior, utilizando como estrategia innovadora, el aprendizaje basado en proyectos

Henry Yecid Bustos Castañeda¹
hbustos@uniminuto.edu

.....

Resumen

La educación por competencias establece la autogestión del aprendizaje, permitiendo mejorar la capacidad de los estudiantes para reconocer, construir y gestionar continuamente sus propias competencias. En el presente artículo se evidencian los resultados de una investigación que tuvo como objetivo encontrar el beneficio del aprendizaje, basado en proyectos (ABPr) en el desarrollo de la competencia de pensamiento crítico. Para lograrlo, se utilizó un método cuantitativo con un diseño cuasi-experimental que se aplicó en un experimento durante el periodo comprendido entre el 09 de febrero de 2015 y el 15 de junio de 2015, en dos cursos de topografía, con 60 estudiantes del pregrado de Ingeniería Civil, en la Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO).

La estrategia de ABPr se aplicó en un proyecto que consistió en realizar un levantamiento topográfico completo en el campus de UNIMINUTO. Los instrumentos utilizados fueron el cuestionario de competencias genéricas individuales de Olivares & Wong (Olivares & Wong, 2013) y un test de mínima competencia de habilidades básicas, los cuales midieron la interpretación y análisis de información, el juicio de una situación específica con datos objetivos, subjetivos y la inferencia de las consecuencias de la decisión, basándose en el juicio autorregulado. Los resultados indicaron, que los estudiantes de topografía que recibieron clases utilizando la estrategia de ABPr, obtuvieron mejores productos en el desarrollo del pensamiento crítico.

Palabras clave: ABPr, competencia, pensamiento crítico, topografía.

Abstract

The Education for Competency provides the self-learning allowing improve the ability of students to recognize, manage and continually construct their competencies. This paper show the results of an investigation that aimed to find the benefit of project based learning (PBL) in the development of critical thinking competence. There was used a quantitative quasi-experimental method design, during the period from February 9, 2015 and June 15, 2015 on two courses of topography with 60 undergraduate students of UNIMINUTO from civil engineering program.

ABPr strategy was applied in a project related to a comprehensive topographic survey on the UNIMINUTO campus. The instruments used were the Individual Generic Skills Test Olivares & Wong (2013) and a minimum competency test of basic skills, which measured interpretation and analysis of information, the judgement of a specific situation with objective and subjective data and the inference of the consequences of the decision based on the self-regulatory judgment. The results indicate that students using the strategy of ABP achieve better products in the development of critical thinking.

Keywords: ABPr, Competition, critical thinking, topography.

¹ Henry Yecid Bustos Castañeda, Ingeniero Civil. Magister Docente de UNIMINUTO

Marco Teórico

En las nuevas sociedades, los actores de la educación deben transformar la escuela, apropiándose del aprendizaje, obedeciendo directamente a las exigencias de las diferentes disciplinas del conocimiento, integrándolas con un valor agregado que permiten reconocer una inmediata valorización de los conocimientos adquiridos en sociedades del conocimiento más participativas. De esta manera, se pretende revisar metódicamente la estrategia didáctica ABPr y su impacto en los estudiantes de topografía de Ingeniería Civil, para comprobar que el método es apropiado para ser aplicado en asignaturas con modalidad teórico-prácticas.

Del mismo modo, el aporte directo de que la estrategia en sí misma puede aplicar sobre el proceso de aprendizaje en el desarrollo del pensamiento crítico, se convierte en un factor de relevancia para la educación, en donde se define el pensamiento de orden superior con el que se interactúa racionalmente, asumiendo las consecuencias de dirimir. (Papastephanou & Angeli, 2007).

Estrategia didáctica: Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr)

Una forma de promover el pensamiento crítico en los estudiantes es aplicar estrategias didácticas de aprendizaje, empleando o basándose en los proyectos ABPr. Estos se consideran como un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan, controlan y evalúan proyectos con aplicación en el sector productivo, extrapolándolo de las aulas de clase. El método tiene sus primeras aplicaciones en los años sesenta, inicialmente desarrollado en la escuela de medicina de la Universidad de Case Western Reserve de Estados Unidos y en la Universidad de McMaster, en Canadá (Lohfeld, 2005).

Se puede decir que en el contexto de una estrategia de aprendizaje que se basa en proyectos tiene sus orígenes en el constructivismo, partiendo de los estudios de Vygotsky, hasta llegar a los postulados de Dewey, (Álvarez & Ramírez 2006)., aclarándose el término constructivismo como un postulado de necesidades que se le entregan al alumno, el cual crea herramientas que le permiten activar sus propios procedimientos para resolver un problema, lo cual implica que sus ideas se modifiquen y continúe con el aprendizaje continuo.

El objetivo fundamental de implementar una estrategia didáctica ABPr es el diseño de un planteamiento de acción donde el estudiante identifica el qué, con quién, para qué, cómo y cuándo respecto a los factores de riesgo que debe enfrentar, el planteamiento de alternativas que aseguren el éxito y resultados esperados, entre otros, como lo comenta Galeana (Galena, 2006). Debido a la integración de las actividades de aprendizaje que se vinculan en la búsqueda del objetivo principal, la estrategia se desarrolla interdisciplinariamente a largo plazo y sobretodo centrada en el estudiante (Paulson, 2011).

El ABPr o *PBL* por sus siglas en inglés (*Project Based Learning*) es una estrategia, donde los estudiantes definen el propósito de la creación de un proyecto final, identifican su mercado, investigan la temática, crean un plan para la gestión del proyecto, y diseñan y elaboran un producto. Los estudiantes comienzan el proyecto solucionando problemas hasta llegar a un producto final. El proceso completo es auténtico, referido a una producción en forma real, utilizando las propias ideas de los estudiantes y completando las tareas en la práctica (Rodríguez, Vargas & Luna, 2010). Para la relación entre la competencia y la estrategia se presenta la Figura 1.

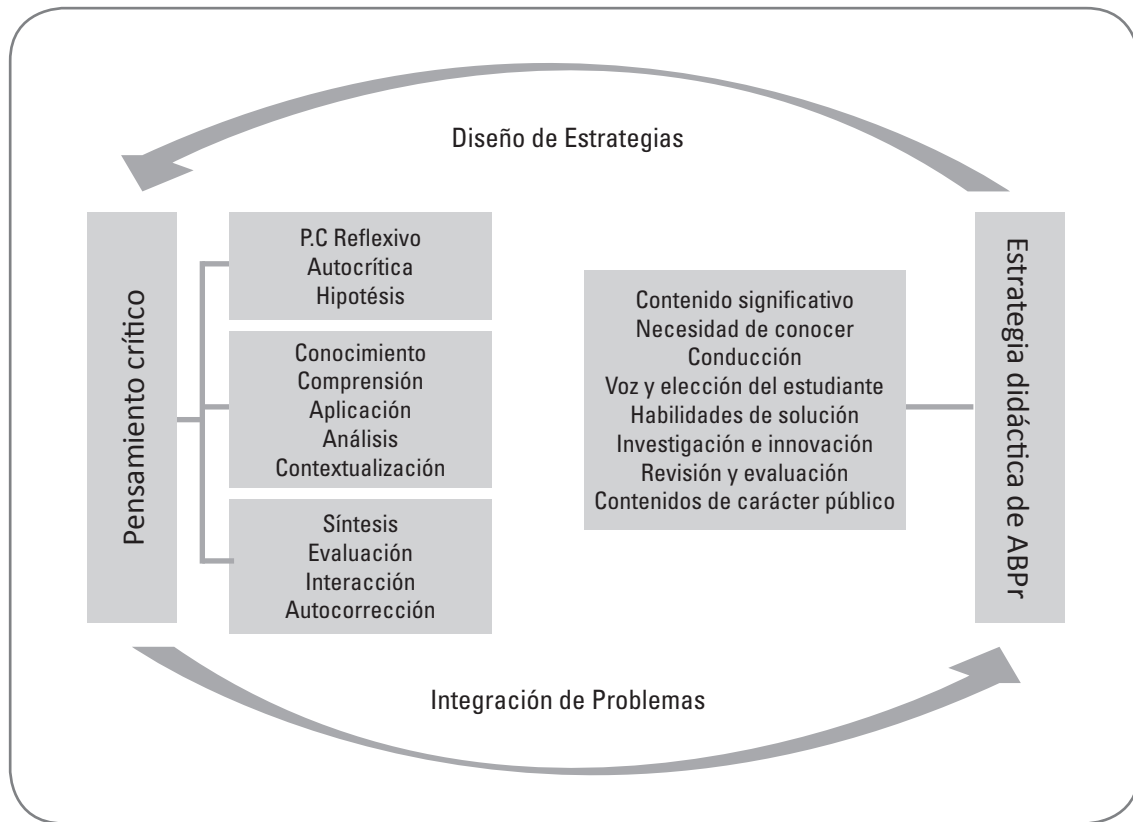


Figura 1. Relación entre el Pensamiento Crítico y La Estrategia Didáctica de Aprendizaje basada en Proyectos
Fuente: Propia de los autores.

Definición del problema

En el programa de Ingeniería Civil adscrita a la Facultad de Ingeniería de UNIMINUTO se debe cursar una asignatura denominada Topografía, que es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la medición y representación gráfica de la superficie terrestre, sobre planos a escala, tanto naturales como artificiales (Torres y Villate, 2001), y que necesariamente requiere de una destreza particular en el desarrollo de la competencia del pensamiento crítico.

La materia que forma parte del plan de estudios en el tercer semestre, se imparte durante 16 semanas con una periodicidad de 6 horas semanales. La dedicación es de 4 horas de práctica en terreno y dos de teoría.

Durante el desarrollo de las prácticas de topografía se establece una serie de estrategias didácticas para crear alternativas de solución a un proyecto práctico, con el cual la estrategia ABPr se convierte en el cimiento principal que soporta las diferentes formas de solucionar y presentar el proyecto topográfico.

En las prácticas de topografía se plantea un proyecto real para construir la cartografía de una zona, se entregan los instrumentos y herramientas que los estudiantes deben emplear y por último, se efectúa un acompañamiento constante por parte del tutor para la correcta ejecución del objetivo. De esta manera, el producto a entregar es un proyecto de aplicación real. De modo similar, la actitud y la disposición de los estudiantes que se enfrentan a los resultados y a la toma de decisiones son factores determinantes a la hora de aplicar estrategias pedagógicas, como lo comenta

Brooom, (2011). Igualmente este tipo de pensamiento será también un motivador y propiciador del análisis, de la conceptualización, la síntesis y la evaluación de todo tipo de información que conllevará a resultados de alta importancia para discernir y tomar decisiones (Mulnix, 2012).

En el área de la Ingeniería Civil es indispensable la aplicación de métodos y estrategias que se basen en proyectos, ya que lo que se hace en el aula y las clases magistrales se quedan por lo general cortas a la hora de estimular el pensamiento crítico del estudiante. Es por esta razón que se plantea el siguiente interrogante, que será parte fundamental de la presente investigación:

¿En qué medida la estrategia didáctica ABPr permite el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes que cursan la asignatura de Topografía, en el programa de Ingeniería Civil, en UNIMINUTO?

Metodología

Con el fin de establecer la relación entre el ABPr y el desarrollo del pensamiento crítico en un grupo de estudiantes de Ingeniería Civil de UNIMINUTO, Institución de Educación Superior, ubicada en la ciudad de Bogotá, se realizó un estudio cuantitativo de naturaleza experimental con diseño cuasi-experimental, siguiendo un modelo de tratamiento experimental y de control con pre-test y post-test ($T_1 \times T_2 : T_1 C T_2$), donde T_1 representa el pre-test, X representa el tratamiento en el grupo experimental, C es el tratamiento en el grupo control y T_2 representa el post-test (Valenzuela & Flores, 2011).

La unidad de análisis se determina por personas identificadas por los estudiantes de topografía en Ingeniería Civil de UNIMINUTO. La población total objeto de estudio se conformó con 60 estudiantes de dos cursos que se ofrecen en la jornada diurna, la cual se definió como una población finita y simultáneamente discreta (Valenzuela & Flores, 2011). Adicionalmente, se aclara que los estudiantes son adultos de cuarto semestre, con edades que oscilan entre los 19 y los 23 años de edad, con los que el investigador interactúa directamente, con el aval de la institución.

La muestra se tomó a conveniencia del investigador en UNIMINUTO, donde imparte su actividad docente. La muestra fue específica, no aleatoria y a partir de los

dos grupos de topografía (cada uno de 30 estudiantes). Los estudiantes fueron informados y consultados sobre su participación.

Debido a la naturaleza cuantitativa del presente estudio se trabajaron dos instrumentos de medición que se aplicaron a los grupos experimental y de control:

1. La primera herramienta es el instrumento más utilizado para recolectar datos llamado cuestionario para este trabajo. Se empleó el cuestionario de competencias genéricas individuales de Olivares & Wong (Olivares & Wong, 2013). Con unas modificaciones apropiadas para el presente trabajo, pues se considera una herramienta de carácter cuantitativo, diseñada con un modelo de tres dimensiones para evaluar el pensamiento crítico: habilidades del pensamiento crítico, actitudes hacia la complejidad y la reflexión hacia las creencias propias. El cuestionario se compone de 10 reactivos de disposición al pensamiento crítico, seleccionados por 18 expertos, lo que lo hace una prueba válida y confiable tanto en lo particular como en lo general, ya que el coeficiente Alfa de Cronbach resultó ser de 0.730. Las respuestas de los estudiantes fueron clasificadas con base en la escala *likert* de tipo: siempre, casi siempre, algunas veces, casi nunca y nunca, representados en valores numéricos de 1 a 5, donde 5 equivale a siempre y 1 equivale a nunca.
2. El segundo instrumento es un test de mínima competencia de habilidades básicas de naturaleza cuantitativo, creado para evaluar si una persona tiene la mínima competencia para desarrollar una habilidad básica, (Valenzuela & Flores, 2012). Para esto, se aplicaron las preguntas relacionadas con las competencias de pensamiento crítico y ellas son: interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación, (Eduteka, 2013). El test está compuesto por 28 reactivos, cada pregunta se contestó dentro del intervalo de 1 a 5. Previamente y para garantizar la validez de la prueba se sometió al juicio de expertos, con una rúbrica que evalúa en cada ítem, la pertinencia, el uso de un lenguaje, relación del enunciado con los elementos de la competencia del pensamiento crítico (Gallardo, 2013).

Se contó con dos grupos: uno experimental y otro de control. El cuestionario se aplicó a los dos grupos definiéndose como pre-test. La implementación de la estrategia didáctica ABPr se desarrolló con el grupo experimental en la primera semana de febrero de 2015 y el test de habilidades básicas se aplicó de igual forma como post-test en los dos cursos.

3. Los alumnos llevaron a cabo durante el semestre un proyecto académico que representó la parte práctica del curso. A lo largo del proyecto se aplicaron algunos conceptos teóricos de la topografía a una situación real, haciendo primero un diagnóstico y después planteando soluciones o alternativas en algunos de los problemas que se encontraron, durante el desarrollo del proyecto.
4. El tema del proyecto fue un levantamiento topográfico de una zona urbana, cercana al campus universitario de UNIMINUTO, con sede principal en Bogotá. El proyecto se llevó a cabo en grupos de trabajo compuestos por 5 estudiantes. Una vez acordados los roles y las actividades se encargaron los responsables de cada actividad que requiriera el proyecto topográfico. Se fijaron las fechas de entregas parciales y la entrega final. Toda la información se puso a disposición de los estudiantes y realizándose reuniones periódicas de todos los participantes para evaluar el grado de avance del proyecto.
5. Se estableció el siguiente procedimiento en la aplicación de la estrategia didáctica de ABPr:
 - a. Revisión de literatura, conceptos básicos de topografía y metrología.
 - b. Creación de los grupos de trabajo (comisión de 5 estudiantes).
 - c. Asignación de la zona del proyecto.
 - d. Levantamiento topográfico, utilizando Estación Total, traslado de coordenadas por una poligonal de amarre, toma de detalles por el método de radiación, cálculo de

coordenadas, análisis e interpretación de los datos y dibujo topográfico.

- e. Presentación de la información por comisiones ante el curso completo.
- f. Evaluación de los proyectos socializados.
- g. Discusión y conclusiones.
- h. Finalmente, la estrategia innovadora ABPr evidenció el impacto que podía presentarse en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de topografía, al ejecutar un levantamiento topográfico.

Resultados

Inicialmente se aplicó un cuestionario de competencias genéricas individuales de Olivares & Wong (Olivares & Wong, 2013) a los dos grupos de estudio; el de control (NRC 4645) y el experimental (NRC 4633).

Posteriormente se presentaron los resultados de un análisis de correlación entre el pre-test y post-test aplicados. De igual forma, un estudio de la prueba de hipótesis, donde se evidencia el cambio de cada estudiante en lo referente al desarrollo del pensamiento crítico y mediante gráficas de barras se representan los resultados para su perfecto entendimiento.

Finalmente, se analizó la información resultante del tratamiento de los datos, con el objetivo de obtener los resultados que puedan coadyuvar en la investigación para resolver la hipótesis planteada, la cual consiste en determinar en qué medida el ABPr permite desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes de topografía, en el programa de Ingeniería Civil de UNIMINUTO. En este orden de ideas se establece como hipótesis nula (H_0); los alumnos que reciben clases utilizando la estrategia de aprendizaje basado en proyectos, no presentan un mejor desarrollo de la competencia de pensamiento crítico.

Del mismo modo se define la hipótesis alternativa (H_1); los alumnos que reciben clases utilizando la estrategia ABPr, obtienen mejores resultados en el desarrollo de pensamiento crítico (Valenzuela & Flores, 2012).

Se realiza una prueba en los dos grupos de trabajo en condiciones de igualdad, en cuanto a conocimientos se refiere para realizar un proyecto de un levantamiento topográfico.

En la interpretación de los resultados de la prueba, se evidencia una diferencia mínima entre los dos cursos. De igual manera, las notas de la evaluación de conocimientos al interior de cada curso tienen variaciones menores. Lo anterior se resume en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la prueba y parámetros estadísticos anteriores a la aplicación de la estrategia didáctica de ABPr. (Datos recabados por el autor).

Grupo	Media aritmética	Desviación estándar	Diferencia entre Medias	Valor de la prueba
Control	3.31	0.886		
Experimental	2.88	0.839	-0.423	1.90

El 23 de febrero de 2015 se aplicó en los dos grupos de trabajo, el cuestionario de competencias genéricas individuales, adaptado de Olivares & Wong (Olivares & Wong, 2013). Se tuvo en cuenta la escala de *Likert* de cinco puntos, donde el número 1 equivalía a nunca y el número 5 equivalía a siempre.

Es necesario invertir los reactivos negativos para interpretar adecuadamente la información. Posteriormente en la tabulación del cuestionario de competencias genéricas, donde se consideraron los cinco niveles de la escala *Likert* y con base en la ocurrencia de las respuestas de los estudiantes se presentaron los siguientes resultados:

1. Existe una primera impresión. El grupo experimental toma un nivel más alto en riesgos y el grupo de control es un poco temeroso. La diferencia en los promedios es 0.12, que representa un valor mínimo. Por esto, se puede decir que los dos grupos son cercanos en las condiciones iniciales de la dimensión de interpretación y análisis de información.
2. Respecto a la evaluación de la dimensión del juicio de una situación específica con datos objetivos y subjetivos, es válido anotar que gracias a la diferencia tan pequeña entre promedios 0.02, donde se ignora su valor, los grupos son iguales en las condiciones iniciales respecto al cuestionario de competencias genéricas individuales.

3. Se establece una diferencia mínima en los promedios de 0.43. En este sentido la dimensión, donde se vincula la inferencia de las consecuencias de una decisión, basándose en el juicio autorregulado establece que el grupo de control posee mayor disposición para la búsqueda de información y para los dos grupos aún cuesta un poco aceptar los argumentos en contra.
4. Finalmente la aplicación del cuestionario en competencias genéricas individuales del 27 de marzo de 2015 (35 días después de aplicados los cuestionarios y terminada la aplicación de la estrategia ABPr) asegura un avance dentro del grupo experimental, en el desarrollo del pensamiento crítico que permite confirmar y continuar con la hipótesis de la investigación (Hi). Los valores cambian respecto a las pruebas aplicadas antes de la estrategia ABPr; el grupo de control aumenta en un 6 %, mientras que en el grupo experimental se aprecia una mejora del 25 % en los resultados.
5. Como resultados, se encuentran los valores que presenta el grupo de control, antes de aplicar la estrategia ABPr y después, el aumento es mínimo con tendencia a mantenerse con cifras bajas. El grupo experimental sobrepasa en todo sentido, los valores del grupo de control y tiene un aumento con respecto a los datos que se tomaron antes de la estrategia ABPr.

De la misma forma en que se tomaron los datos con los cuestionarios, también se realizaron las pruebas finales del corte académico, dentro del semestre con los que se lograron

avances significativos. Esta evaluación *T-Student*, representa un desarrollo en el pensamiento crítico de los estudiantes en general. Los resultados están plasmados en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la prueba *T-Student* y parámetros estadísticos posteriores a la aplicación de la estrategia didáctica de ABPr (Datos recabados por el autor)

Grupo	Media aritmética	Desviación estándar	Diferencia entre Medias	Valor de la prueba
Control	3.503	0.684	0.29	1.7879
Experimental	3.793	0.567		

Como se puede evidenciar en la tabla anterior se mejoraron notablemente los puntajes de los dos grupos de trabajo. Con el grupo experimental ocurre un aumento del resultado de las pruebas, luego de la aplicación de la estrategia del 32%, situación que permite rechazar categóricamente la hipótesis nula, H_0 . La validez de contenido permite establecer el nivel de confiabilidad de 0.95. Lo anterior se define al comparar el valor de la prueba *T-Student* 1.7879 que supera el valor crítico 1.6973, con un nivel de confiabilidad del 95%, denotando que se rechaza la H_0 .

Consecuentemente se acepta la hipótesis alternativa H_1 , donde se afirma que los estudiantes de topografía que reciben clases, utilizando la estrategia de ABPr obtienen mejores resultados en el desarrollo del pensamiento crítico.

Resultados del test de mínima competencia de habilidades básicas

El 10 de abril de 2015 se aplicó un segundo instrumento como post-test a los estudiantes, llamado

el test de mínima competencia de habilidades básicas, que permite evaluar si una persona tiene la mínima competencia para desarrollar una habilidad básica (Valenzuela & Flores, 2012). El post test se comparó con los resultados de un pre test realizado el 23 de febrero de 2015.

El test presenta una validación realizada por tres profesionales académicos que se relacionan directamente con la investigación docente.

Al terminar el proyecto del levantamiento topográfico y luego de aplicar la estrategia innovadora ABPr, los estudiantes contestaron el post test que da como resultado lo expresado en las tablas 3 y 4, donde se presentan los resultados de las dos pruebas.

Con los resultados obtenidos en las dos pruebas de los dos grupos se construye una tabla que relaciona el puntaje por cada estudiante.

Tabla 3. Resultados de la prueba de mínima competencia de habilidades básicas y parámetros estadísticos anteriores a la aplicación de la estrategia didáctica de ABPr. (Datos recabados por el autor)

Grupo	Media aritmética	Desviación estándar	Diferencia entre Medias	Valor de la prueba
Control	85.13	21.84	2.30	0.39
Experimental	87.43	23.54		

Tabla 4. Resultados de la prueba de mínima competencia de habilidades básicas y parámetros estadísticos posteriores a la aplicación de la estrategia didáctica de ABPr. (Datos recabados por el autor).

Grupo	Media aritmética	Desviación estándar	Diferencia entre Medias	Valor de la prueba
Control	95.27	19.18	8.88	1.8633
Experimental	104.13	17.65		

Con base en los resultados obtenidos en la prueba de mínima competencia de habilidades, antes de la aplicación de la estrategia didáctica ABPr y después de ella, se puede observar que el promedio en el grupo experimental aumentó notablemente y la desviación estándar disminuye.

En las sumatorias de los puntajes que respondieron los estudiantes se tiene que son 28 preguntas, cada pregunta se contestó dentro del intervalo de 1 a 5. Luego, para el valor mayor de respuestas será 140 y el menor puntaje, de 28.

A partir de la información recabada durante la aplicación de la prueba de mínima competencia de habilidades básicas se establecen varios razonamientos que se enumeran a continuación:

1. Ninguno de los participantes tuvo el menor valor, tampoco el máximo.
2. El aumento en los resultados de la prueba en el grupo de control fue del 12 % en la aplicación del segundo test.
3. El aumento en los resultados de la prueba en el grupo experimental fue del 19 % con respecto a la aplicación del segundo test.
4. El mayor valor en el pre test fue logrado por un estudiante del grupo de control, con 124 puntos. El menor puntaje fue de 51, coincidiendo en los dos grupos. Mientras que en el post test el mayor valor fue 127 y el menor 54.
5. El mayor valor en el post test fue de 130 en el grupo experimental y el menor, de 70. Considerando que en el pre test, el valor mayor fue de 123 puntos.

6. Los promedios se encontraban más cercanos antes de la prueba, con una diferencia de 2.30 puntos. Mientras que luego de aplicado el test se aumentó la diferencia entre los promedios a 8.88 puntos.
7. Se tiene evidencia suficiente con un nivel de confianza del 95 % para sustentar que el grupo experimental superó al grupo de control, en la evaluación de competencias para desarrollar una habilidad básica, definiéndose el valor del *T-Student* 1.8633 que supera el valor crítico 1.6973 correspondiente a una muestra de 30 estudiantes, denotando que se rechaza la H_0 , lo que confirma la aprobación de la hipótesis alternativa, H_1 , (Wayne, 1981). Esta hipótesis sustenta que los estudiantes de topografía que reciben clases utilizando la estrategia de ABPr obtienen mejores resultados en el desarrollo del pensamiento crítico.

Conclusiones

Se presentan nuevas ideas generadas a partir de los resultados, del mismo modo se establecen algunas limitantes que afectaron al estudio y para terminar se citan algunas recomendaciones para estudios futuros.

Según la respuesta a la pregunta de investigación y objetivos: En la procura de responder el interrogante, ¿El aprendizaje basado en proyectos permite el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de la asignatura de topografía del programa de Ingeniería Civil de UNIMINUTO? y basándose en los resultados obtenidos en la adopción de los instrumentos de medición aplicados a los grupos experimental y de control, donde la primera herramienta fue el Cuestionario de Competencias Genéricas Individuales de Olivares & Wong (2013), y

el segundo instrumento, un test de mínima competencia de habilidades básicas Valenzuela & Flores (2012), se concluye que:

1. Los estudiantes de topografía que recibieron clases empleando la estrategia didáctica ABPr consiguieron mejores resultados en el desarrollo del pensamiento crítico. Evidenciando los resultados de la investigación, se establece la validación de la aplicación de las diferentes estrategias didácticas, para el caso particular del presente informe el desarrollo del ABPr se convierte en una propuesta comprobada.
2. Según los resultados: Así como lo expresa Merchán (Merchán, 2012) al implementar en las aulas de clase el ABPr, la mayéutica socrática, el contrato didáctico y la pedagogía, se configuran algunas de las estrategias didácticas propuestas para el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes. Consecuentemente, una estrategia basada en proyectos establece que la táctica es un procedimiento personal que permite la creación, el control, la ejecución de técnicas para una evaluación de procesos cognitivos (Montes de Oca y Machado, 2011), estado que coincide con el presente estudio al evidenciarse la mejora en los niveles de las habilidades de la interpretación y análisis de información, el juicio de una situación específica con datos objetivos y subjetivos, al igual que de la inferencia de las consecuencias de la decisión basándose en el juicio autorregulado.
3. Contrario a la tesis que describe el ABPr como el proceso completo auténtico, referido a una producción en forma real, utilizando las propias ideas de los estudiantes y completando las tareas en la práctica (Rodríguez. et al, 2010), en el desarrollo de la investigación se encontraron niveles bajos en el aumento de las competencias relacionadas con el pensamiento crítico. Si bien es cierto que se presentó un cambio ligero, también se evidencia la culminación de las tareas básicas durante el proceso.
4. El hecho de haber vinculado a los estudiantes universitarios como laboratorio activo en el estudio, permite extrapolar a todas las asignaturas

que contengan en su plan curricular el desarrollo de prácticas, la aplicación de los dos instrumentos utilizados. Es así que al divulgar el resultado de la aplicación del ABPr que permite el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes de la asignatura de topografía en Ingeniería Civil, los directivos y docentes que tienen a su cargo la responsabilidad de impartir educación, pueden adoptar con mayor tiempo, en condiciones mejor programadas y proporcionando mayores estímulos, el paso a paso secuencial propuesto en este documento. Se convierte entonces, el presente trabajo en una propuesta de iniciativa nueva, donde las aplicaciones de la investigación experimental son llamadas a implementarse en las aulas de clase en las diferentes universidades.

5. La argumentación, el análisis, el hacerse preguntas y la interpretación son las sub competencias que mostraron mayor desarrollo, mientras que la autorregulación y la explicación no alcanzaron un progreso notable.

Beneficios actuales y potenciales del estudio

Definitivamente se mejoran las dinámicas de planeación, ejecución y culminación de un proyecto, teniendo en cuenta que la participación es grupal de carácter colaborativo. Los estudiantes hacen parte de la generación de propuestas de alternativas de solución y de posibles rutas con metodologías para concluir los proyectos a satisfacción.

El contexto del ABPr estimula directamente a los estudiantes, permitiendo que tengan un acercamiento práctico (en terreno) con la realidad del desarrollo de un proyecto de ingeniería topográfica. De esta forma se abren nuevos caminos para enriquecer los aprendizajes en el aula.

El ABPr como estrategia didáctica permite realizar clases dinámicas y flexibles con características de auto formación, que admite implementarse en los diferentes ambientes educativos de manera transversal, desarrollando en los estudiantes habilidades de pensamiento crítico coherente al contexto local y regional.

Finalmente como aporte adicional de esta investigación queda la nueva propuesta de implementar en las aulas de

pregrado, estrategias para desarrollar habilidades innatas del pensamiento crítico, por medio del empleo del ABPr, como lo representan las sub-competencias que mostraron desarrollo en los estudiantes.

Alcances y limitaciones de la investigación

Acertadamente se puede aplicar la estrategia innovadora del ABPr en otras asignaturas del mismo pregrado, con el fin de dar continuidad al desarrollo del pensamiento crítico, a través del curso completo de Ingeniería Civil.

A medida que se avanzó en el desarrollo del proyecto en el aula, se evidenciaron cambios en el comportamiento de los estudiantes que se manifestaban de manera constructiva y propositiva. Es así que los estudiantes se cuestionaron todo el tiempo, mientras proponían soluciones al proyecto y resolvían los avatares con los que se iban encontrando, a medida que avanzaban. De lo anterior, es preciso anotar que el análisis y la evaluación fueron acciones que plenamente desarrollaron los estudiantes de topografía.

Con los informes de avance se logró controlar el producto a entregar, que para este caso fue un levantamiento topográfico; con la observación por mejorar acerca del tiempo para el avance y culminación del proyecto.

La limitación principal del estudio se refiere al corto tiempo en el semestre, lo que significa que no es suficiente un periodo académico para el desarrollo pleno del pensamiento crítico, en la educación superior. Adicionalmente, la coordinación con los laboratorios o gabinetes de los equipos de práctica es un tema que requiere de mejoras, para lograr sincronizar a los estudiantes con los espacios entre las demás clases que reciben.

Estudios a futuro

Dentro de las múltiples alternativas que el docente tiene para implementar aspectos didácticos en la enseñanza, es imperante consultar acerca del nuevo papel del docente como comunicador, socializador, asesor, facilitador y creador de los diferentes procesos que se evidencian en un proyecto de aula.

Aparecen nuevos cuestionamientos referentes a las estrategias y metodologías a emplear en el proceso del desarrollo del pensamiento crítico. Por citar algunas:

¿Qué otras estrategias didácticas de innovación favorecen el desarrollo de pensamiento crítico en los estudiantes de educación superior?, ¿cuáles son las facetas específicas del profesor en la implementación de estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes de educación superior?, ¿cuál es el momento indicado para aplicar una estrategia de innovación para desarrollar el pensamiento crítico del estudiante, en el pregrado universitario? o ¿hasta qué nivel se desarrolla el pensamiento crítico del estudiante universitario, aplicando la estrategia innovadora del aprendizaje, basado en proyectos?

Referencias bibliográficas

- Altuve, J. (2010). El pensamiento crítico y su inserción en la educación superior. *Actualidad Contable Faces*, 13 (20), 5-18.
- Barnes, C. A. (2005). Critical thinking revisited: Its past, present, and future. *New Directions for Community Colleges* (130), 5-13.
- Broom, C. (2011). From Critical Thinking to Critical Being. *Encounter*, 24 (2), 16-27.
- De Miguel, M., Alfaro, I., Apodaca, P., Arias, J., García, E., & Lobato, C. (2005). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. *Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Oviedo: Universidad de Oviedo, 109-14.
- Elder, L., & Paul, R. (2008). *Critical Thinking: Strategies for Improving Student Learning Part III*. National Center for Developmental Education, 40.
- Elder, L., & Paul, R. (2008). *Critical Thinking: Strategies for Improving Student Learning*. *Journal of Developmental Education*, 32 (1), 32-33.
- EduTEKA. (2013). *Recursos para promover en el aula el desarrollo del pensamiento crítico*. Recuperado el 25 de Abril de 2013, de: <http://www.eduteka.org/PensamientoCriticoAula.php>
- Facione, P. (2011). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Insight Assessment*. Recuperado de: <http://www.insightassessment.com/CT-Resources/>

- Independent-Critical-Thinking-Research/pdf-file/
Critical-Thinking-What-It-Is-and-Why-It-Counts-
PDF
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Education siglo XXI*, 24,35-56.
- Galeana, L. (2006). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista electrónica CEUPROMED*. Recuperado de <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- Gallardo, K. (2013). Evaluación del aprendizaje: retos y mejoras prácticas. México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Gallardo, M. (2009). *Manual Nueva Taxonomía Marzano y Kendall*. Recuperado de: http://www.cca.org.mx/profesores/congreso_recursos/descargas/kathy_marzano.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1991). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Lohfeld, L.N. (2005) PBL in undergraduate medical education: A qualitative study of the views of Canadian residents. *Advances in Health Sciences Education*, 10,189-214.
- Maldonado, M. (2008). *Aprendizaje Basado En Proyectos Colaborativos. Una experiencia en educación superior*, Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Barquisimeto, Venezuela. Reecuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/761/76111716009.pdf>
- Martín, J.F. (2004). Enseñanza de procesos de pensamiento: metodología, metacognición y transferencias. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, (7) p.2.
- Martín, A. y Barrientos, O. (2009). *Los dominios del pensamiento crítico: una lectura desde la teoría de la educación*. *Teoría de la Educación*, (21), 19-44.
- Merchán, M. (2012). Cómo desarrollar los procesos del pensamiento crítico mediante la pedagogía de la pregunta. *Actualidades pedagógicas*, (59), 119-146. Recuperado de: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ap/article/view/54/10>
- Montes de Oca, R. y Machado, E. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación superior. *Humanidades Médicas*, 11(3), 475-488.
- Mulnix, J. W. (2012). Thinking Critically about Critical Thinking. *Educational Philosophy & Theory*, 44 (5), 464-479. doi:10.1111/j.1469-5812.2010.00673.
- Olivares Olivares, S.L. y Wong Tamez, M. (2013) Medición de la autorpercepción de la disposición al pensamiento crítico en estudiantes de medicina. Trabajo presentado en el XII Congreso Nacional de Investigación Educativa, Guanajuato, Gto, México.
- Palmer, A., Montañó, J., y Palou, M. (2009). Las competencias genéricas en la educación superior. Estudio comparativo entre la opinión de empleadores y académicos. *Psicothema*, 21(3), 433-438.
- Papastephanou, M., & Angeli, C. (2007). Critical Thinking Beyond Skill. *Educational Philosophy & Theory*, 39(6), 604-621. doi:10.1111/j.1469-5812.2007.00311.x. Retrieved from: <http://0-web.a.ebscohost.com/millennium.itesm.mx/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=76a6155f-f6e3-4599-9b7e-2b272a6ea7d1%40sessionmgr4003&hid=4214>
- Paulson, E. (2011). *Group communication and critical thinking competence development using a reality-based project*. *Business Communication Quarterly*. Recuperado de: <http://bcq.sagepub.com/content/74/4/399.abstract>
- Rodríguez E., Cortés M. (2010). Evaluación de la estrategia pedagógica “aprendizaje basado en proyectos”: percepción de los estudiantes. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, marzo, 143-158.
- Rodríguez E., Vargas. M. & Luna. J. (2010). *Evaluación de la estrategia “aprendizaje basado en proyectos”*. Educación y Educadores. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/comocitar.oi?id=83416264002>

- Torres, A. y Villate, E. (2001). *Topografía*. Bogotá, Colombia: Editorial Alfaguara.
- UNIMINUTO. (2013). *Memorias Estadísticas de la Corporación Universitaria Minuto de Dios*. Recuperado de: file:///C:/Users/windows7/Downloads/Memorias%20Estadísticas%20UNIMINUTO%202013.pdf
- Valenzuela, J., & Flores, M. (2012). *Fundamentos de investigación educativa (Vol. III)*. México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. P. (2011). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, 22 (1), 43-54.
- Villa, A., & Poblete, M. (2007). Aprendizaje basado en competencias: *Una propuesta para la evaluación de competencias genéricas*. Bilbao, España: Ediciones Mensajero S.A.U.
- Wayne, D. (1981). *Estadística con aplicaciones a las ciencias sociales y a la educación*. Bogotá Colombia: Mc Graw Hill.
- Zabala, A. y Arnau, L. (2007): *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona: Editorial Graó 27.

.....

La cultura ambiental y la investigación: una llave para mitigar los efectos del cambio climático

Edgar R. Monroy V.¹
monroy.edgar@uniagraria.edu.co
Vanessa Rodríguez R.²
vanrodriguez@uan.edu.co

.....

Resumen

En la actualidad, uno de los principales efectos negativos sobre el medio ambiente y las comunidades a nivel mundial, son los impactos del cambio climático, generando el aumento de la temperatura media del planeta, afectando el ciclo, frecuencia y severidad de diversos eventos naturales, que se intensifican en inundaciones y sequías, convirtiéndose así, en uno de los principales temas de debate a nivel local y global.

Una de las estrategias para mitigar estos efectos, es el de la participación ciudadana que busca, a través de mesas de concertación, hacer parte de la toma de decisiones en relación al interés público y bien común, especialmente en el diseño, ejecución y seguimiento de proyectos en su entorno.

Este proyecto de investigación gira en torno a temáticas ambientales y de educación ambiental, que propicia espacios de participación ciudadana, a través de una metodología de 'juego de competencias', donde los estudiantes de UNIAGRARIA, así como del colegio de Boyacá, a partir de la investigación se convierten en formadores de principios y valores de tipo ambiental, usando instrumentos como: foros, seminarios, debates, y un programa de radio como medio de divulgación de los resultados de las investigaciones a la comunidad en general.

Palabras clave: Cambio climático, educación ambiental, valores ambientales, participación ciudadana.

Abstract

Nowadays one of the major negative effects on the environment and communities worldwide, are the impacts of climate change, generating an increase in the average temperature of the planet, affecting the cycle frequency and severity of various natural events, are intensified floods and droughts, becoming one of the main topics of discussion at local and global level.

One strategy for mitigating these effects, it is the citizen participation that seeks, through roundtables, become part of decision making in relation to the public and common good interest, especially in the design, implementation and monitoring projects in their environment.

This research project centers around environmental and environmental education themes, that fosters opportunities for citizen participation, through a methodology "game skills", where students UNIAGRARIA and school of Boyacá, from research, become trainers of principles and values of environmental, using instruments such as forums, seminars, debates, and radio program as a medium of dissemination of research results to the community.

Keywords: Climate Change, Environmental Education, Environmental Values, Citizen Participation.

¹ Edgar Ricardo Monroy Vargas, Ingeniero Civil. PhD., Docente Investigador de UNIAGRARIA

² Vanessa Rodríguez, Ingeniera Ambiental de la Universidad Antonio Nariño. Estudiante de Maestría en Geomática Ambiental.

Descripción del Problema

Las necesidades actuales, en entornos carentes de políticas y metodologías que integren instituciones de índole corporativo, con relación a proyectos de educación ambiental, han transformado estos proyectos en técnicas innovadoras que facilitan la transmisión de conocimiento y el desarrollo de nuevas temáticas que involucran diversos actores, en beneficio de una verdadera cultura ambiental.

El presente convenio de educación ambiental, establece las bases de cooperación, integración y coordinación entre la UNIAGRARIA, y el Establecimiento Público Colegio de Boyacá (COLBOY), que le permite a cada una de las partes, desarrollar y ejecutar un ejercicio juicioso y reflexivo que propicia ambientes de aprendizaje, donde

predomina el debate, análisis, y discusión alrededor de diferentes temáticas ambientales y que involucran a estudiantes y docentes de la comunidad, favoreciendo en los estudiantes del COLBOY, la comprensión e interpretación de las problemáticas que evidencian en su entorno, permitiendo así, el desarrollo de nuevas capacidades y competencias que lo convierten en un actor protagónico de las distintas soluciones.

La participación ciudadana como estrategia para mitigar efectos del cambio climático

La participación ciudadana se define como la acción, en donde un grupo de representantes de una comunidad, buscan a través espacios de trabajo, afectar la toma de decisiones con relación al interés público (Guillen, 2009).



Figura 1. Participación ciudadana
Fuente: Propia de los autores.

Esto demuestra o explica la incidencia de un grupo social ante diferentes elementos externos, que pueden, a través de instrumentos democráticos, buscar un bien común que permita a la comunidad intervenir en parte del diseño, ejecución y seguimiento de diversas obras en su entorno (Consejería del Medio Ambiente de Andalucía, 2007).

Ejemplo de ello, es el creciente número de participantes en tópicos ambientales de interés común,

principalmente en las entidades educativas que se empeñan en fomentar la educación ambiental, desde etapas muy tempranas.

Es fundamental iniciar con la identificación de los impactos de origen natural o antrópico del entorno de la institución, para la determinación de los posibles alcances educativos que esta puede tener, para la formulación de proyectos de educación ambiental.



Figura 2. Identificación de Impactos Ambientales en el Entorno
Fuente: Propia de los autores.

En la actualidad, uno de los principales efectos negativos sobre el medio ambiente y las comunidades a nivel mundial, son los impactos del cambio climático, generando el aumento de la temperatura media del planeta y afectando el ciclo, frecuencia y severidad de diversos eventos climáticos, que se intensifican en inundaciones y sequías, convirtiéndose así, en uno de los principales temas de debate a nivel local y global (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA, 2005).

La Estrategia Pedagógica del Juego de Competencias para la Educación Ambiental

El juego de competencias como estrategia pedagógica para la educación ambiental está íntimamente relacionada con el juego de roles que constituyen ocasiones de observar el comportamiento en una situación de interacción social específica (Lévy-Leboyer, 2000). Ahora bien, entender que existen competencias que generan valores ambientales, es fundamental para interpretar la metodología propuesta, como una estrategia pedagógica coherente.

1. El Convenio establecido por UNIAGRARIA Y COLBOY busca a través de la interacción del personal docente y los estudiantes, la transmisión de conocimiento, metodología de la investigación y fomento de cultura ambiental, iniciando con el desarrollo de trabajos en temáticas ambientales, por parte de los estudiantes de UNIAGRARIA, actuando en calidad de formados, bajo la tutoría de un docente investigador del programa de Ingeniería Civil. Posteriormente, este estudiante pasa a jugar el rol de formador, en la medida que orienta a jóvenes estudiantes del COLBOY en la modalidad de semillero de investigación para que finalmente estos estudiantes de grados superiores, transmitan y compartan las actividades desarrolladas e integren a los estudiantes de grados menores, que a su vez, compartirán sus conocimientos en cada uno de sus hogares. Esta metodología denominada juego de competencias tiene además, las siguientes particularidades:
2. La investigación en temáticas ambientales, que integra a estudiantes de las dos instituciones educativas.

3. La realización de mesas de trabajo, foros, seminarios, jornadas de tipo investigativas y pedagógicas que procuraran generar una conciencia ambiental de todos los actores (estudiantes y comunidad en general).
4. Se desarrolla un espacio radial denominado: UNIAGRARIA y COLBOY, unidos por el verde. Programa que se impartirá durante media hora, cada mes, donde estudiantes de las dos instituciones hacen visibles a toda la comunidad tunjana, los resultados de las investigaciones en curso. Dicho espacio radial se hace a través de la emisora COLBOY.

Todo el proceso descrito tendrá como soporte auxiliar, el manejo de las tecnologías de la información y de la comunicación TIC para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje descrito por Monroy (UNIAGRARIA, 2015).

Formación de cultura ambiental en torno a la investigación

Los seres humanos en su desarrollo personal, influenciados por un conjunto de pensamientos que le rodean, crean una cultura. Dicha cultura es la base que fundamenta los deberes y responsabilidades que como ciudadano debe desempeñar en un medio (Urzúa, 2013).

La ética de tipo ambiental que conforma parte de las costumbres y normas de la cultura se concibe como la adquisición de elementos como, el respeto y solidaridad, que permiten una comprensión racional del entorno; que permite realizar una reflexión clara, sobre el papel de cada uno de los actores en el medio y la responsabilidad que tienen sus acciones sobre el medio ambiente (Cruz Burguete, De Castro Cuellar & Ruíz Montoya, 2008).

Este proyecto de Educación Ambiental se base en los principios de (González Gaudio & Figueroa, 2009): I. Respeto y cuidado de la comunidad de vida, II. Integridad Ecológica, III. Justicia social y económica, IV. Democracia, no violencia y paz; en torno a la formación de una cultura ambiental integrada como se muestra en la figura 3.

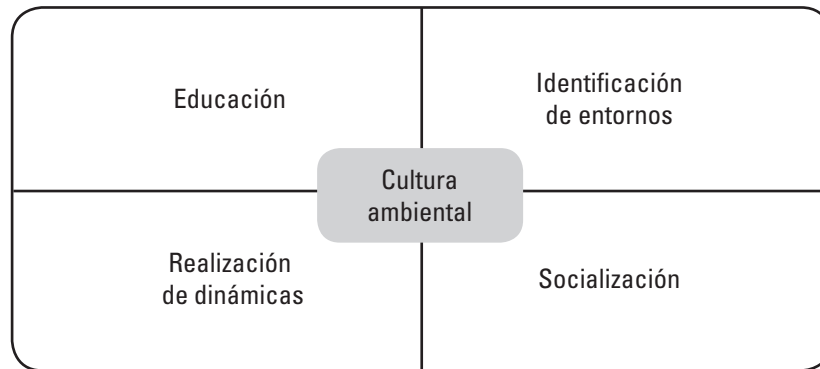


Figura 3. Aspectos principales en la generación de cultura ambiental
Fuente: Propia de los autores.

Todo lo anterior se traduce en la búsqueda de valores ambientales que sin duda, deben estar inmersos en la conciencia de todo ser, en virtud de la problemática global que en materia de cambio climático hoy se presenta y que exige un compromiso mayor de toda la comunidad en general. Ya desde 1993 se viene trabajando en la enseñanza de valores ambientales EVA (Programa Internacional de Educación Ambiental UNESCO-PNUMA, 1993). Y hace parte de este proyecto de investigación, rescatar, identificar y afianzar este tipo de valores en los estudiantes y docentes de las instituciones involucradas.

Conclusiones

La participación ciudadana a través de sus mecanismos de intervención en el proyecto de educación ambiental desarrollado por UNIAGRARIA ha permitido en la comunidad educativa del COLBOY y de la comunidad Tunjana, el conocimiento de su papel como ciudadanos, así como de sus derechos y deberes, favoreciendo la mitigación de los impactos negativos sobre el medio ambiente y su comunidad.

El desarrollo de actividades de participación unificada de los estudiantes y docentes de las dos instituciones en convenio permitió, a través de la formulación de proyectos de investigación en temáticas ambientales, la realización de mesas de trabajo, foros, seminarios, donde la generación de valores y principios de tipo ambiental fue el resultado principal.

Las jornadas adelantadas en el espacio radial denominado: UNIAGRARIA y COLBOY unidos por el verde, favoreció la generación de nuevas líneas de comunicación que permitieron en la comunidad, el conocimiento de las problemáticas ambientales de su entorno y el papel que como ciudadanos tienen en él.

Una cultura ambiental como generadora de conocimiento en torno a la formación investigativa de la comunidad estudiantil del COLBOY representa la base de la educación ambiental que permite la generación de conciencia, principios y valores ambientales a través de una dinámica concertada.

Referencias Bibliográficas

- Consejería de Medio Ambiente de Andalucía. (2007). *Guías Didácticas de Educación ambiental*. Andalucía: consejería de Medio Ambiente de Andalucía. ISBN 978-84-92807-68-0
- De Castro Cuéllar, A., Cruz Burguete, j., & Ruiz Montoya, L. (2008). *Educar con ética y valores ambientales para conservar la naturaleza*. Convergencia ISSN. pp. 1405-1435.
- González Gaudiano, E., & Figueroa, D. L. (2009). Los Valores Ambientales en los Procesos Educativos: Realidades y Desafíos. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. ISSN: 1696-4713

Guillen, A. K. (2009). Origen, espacio y niveles de participación ciudadana. *International Journal*, 4 (1), 179-193. ISSN 1870-557X

Lévy-Leboyer, C. (2000). Gestión de las Competencias. *Gestión 2000*. Participación ciudadana y Medio Ambiente. Instituto Electoral y de Participación Ciudadana del Estado de Jalisco. ISBN: 978-607-8054-25-1

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA. (2005). *Cambio Climático*.

Proyecto Ciudadanía Ambiental Global PNUMA.

Programa Internacional de Educación Ambiental UNESCO-PNUMA. (1993). *Guía para la Enseñanza de Valores Ambientales*. EFCA, S.A. ISBN:84-8198-059-5.

Urzúa, J. A. (2013). *La ética medio ambiental: principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global*. Acta bioeth. Vol.19 No.2

Proceso de licitación en Colombia

Angélica Patricia Rincón O.¹

apror77@hotmail.com

Leonardo Mora M.²

leonardomora95@hotmail.com

Resumen

Las contrataciones se deben desarrollar de manera organizada, salvaguardando las responsabilidades de los profesionales y garantizando el producto final, por lo que este artículo está enfocado en definir el concepto de licitación y los procedimientos que este requiere en el marco legal y administrativo.

En el campo de la ingeniería civil es de vital importancia conocer los requerimientos, ya que es un campo de acción en el desarrollo de la ingeniería. Teniendo en cuenta que el tipo de contratación de determinado proyecto está ligado a los parámetros de la licitación, se deben conocer los procedimientos y responsabilidades adoptadas para el desarrollo del proyecto.

El papel del Ingeniero, es uno de los aspectos más importantes en una licitación, tratándose de garantizar precio, calidad, financiamiento y oportunidad, contemplando la eficiencia, eficacia y moralidad.

Palabras clave: contrataciones, licitación, responsabilidad, parámetros, oportunidad.

Abstract

Population growth and social needs require contracting for tenders to be reflected in an organized way that safeguards the responsibilities of professionals and guarantees the final product, so this article is focused on defining the concept of bidding and Know the procedures that require the legal and administrative framework. In the field of Civil Engineering it is of vital importance to know this subject and it is a business opportunity in the development of engineering, bearing in mind that the type of contracting of a certain project is connected to the parameters of the tender, it must be known The procedures and responsibilities adopted for the proper development of the project. The subject of professional responsibilities as engineers is one of the most important in a tender dealing with price, quality, financing and opportunity, also contemplates efficiency, effectiveness and honesty.

Keywords: Contracts, tender, responsibility, parameters, opportunity.

¹ Angélica Patricia Rincón O., Estudiante de UNIAGRARIA.

² Leonardo Mora M., Estudiante de UNIAGRARIA.

Introducción

Las licitaciones pueden ser públicas o privadas, la única diferencia es la forma cómo son expuestas al público. Según la Ley 80 de 1993 (el instrumento legal que regula la contratación pública en Colombia) hay dos maneras de contratación. La primera corresponde al tema (que desarrolla este artículo) licitación pública y la segunda, se refiere a la adjudicación directa.

Las licitaciones públicas son el resultado de la necesidad de establecer parámetros para las contrataciones de prestación de servicios, por lo que se define inicialmente como un procedimiento transparente que garantiza igualdad de condiciones y competitividad de los participantes.

Las licitaciones públicas son expuestas, mediante convocatorias realizadas por entidades estatales, las cuales establecen igualdad de oportunidades para que los interesados presenten sus ofertas.

Descripción del problema

Desde el punto de vista de la ingeniería, las licitaciones están tuteladas por términos legales, que pueden convertirse en un dolor de cabeza para los ingenieros, si no se manejan los términos referencia de la manera correspondiente, dado que el desconocimiento de los adecuados procedimientos en la ejecución de un proyecto pueden comprometer seriamente la responsabilidad profesional, que es traducida en un daño.

Según la revista: Derecho del Estado, en su artículo: La responsabilidad profesional en la construcción de obras, anomalía en la contratación de obras. El fracaso de las obras de las licitaciones públicas, se debe a falta de claridad y delimitación de responsabilidades, lo que hace que se generen incumplimientos y disputas legales que finalmente se desenlazan en fracasos. (Licitaciones, 2008).

Marco Teórico

Definición de licitación

Las licitaciones son un proceso o procedimiento participativo, cuyo objetivo es establecer ciertas normas para las adquisiciones, de arrendamientos y servicios que sean convenientes para un determinado proyecto u obra. (Pública C, 2008).

Las licitaciones se pueden clasificar como públicas o privadas de acuerdo con la manera en cómo convocan al público:

1. **Presenciales:** Son aquellas que se realizan mediante propuestas en sobre cerrado, en presencia de todos los participantes. (Flórez, 2014).
2. **Electrónicas:** Como su nombre lo dice, son aquellas que se publican a través de internet. (Flórez, 2014).
3. **Mixtas:** En este tipo de licitación, los candidatos pueden participar de manera presencial o electrónica, en todos los actos de la licitación (Junta de aclaraciones, acto de presentación y apertura de propuestas o acto de fallo). Como se ha señalado, la licitación es un procedimiento y como tal, se encuentra integrado por una serie de pasos los cuales son los siguientes: (Licitaciones, 2008).
 - a. **Preparación de las bases:** Es un procedimiento en el que la autoridad que pretende llevar a cabo una licitación, establece el objeto de la licitación, los requisitos que habrán de cumplir quienes pretendan participar, así como las condiciones generales en las que se desarrollará la licitación y los criterios que serán empleados para determinar al ganador. (Colombia, 2012).
 - b. **Publicación de la convocatoria:** Es el llamado a los interesados a participar en la licitación. (Colombia, 2012).
 - c. **Publicación de las bases de licitación:** Se ponen a disposición de los interesados las

bases de licitación que fueron previamente elaboradas, con la finalidad de que los interesados conozcan los requisitos que deberán cumplir para participar, así como los términos y condiciones. (Colombia, 2012).

- d. **Presentación de propuestas:** Por parte de los interesados que hayan cumplido con los requisitos de participación, es el momento en el que hacen del conocimiento de la autoridad su ofrecimiento, respecto al objeto de la licitación. Se realiza de forma secreta, con la finalidad de evitar influir en las ofertas del resto de los participantes. (Publica C., 2013).
- e. **Apertura de ofertas:** Se permite a los participantes tener conocimiento de todas las ofertas realizadas. (Colombia, 2012).
- f. **Resolución de la autoridad:** la autoridad determina al participante que haya ofrecido las mejores condiciones al Estado o, en su caso, declara que ninguno de ellos lo hizo. (Publica C., 2013).
- b. **Economía:** Previamente al inicio del proceso de selección, la entidad estatal deberá asegurarse de contar con las partidas presupuestales necesarias y estudios previos que permitan establecer el objeto a contratar. (Andi, 2013).
- c. **Responsabilidad:** En virtud del principio de responsabilidad, se entienden responsables tanto los contratistas como las entidades estatales y sus funcionarios por sus actuaciones durante el proceso de selección. (Andi, 2013).
- d. **Equilibrio contractual:** Se entiende que los contratos estatales deben mantener la igualdad entre las partes frente a sus obligaciones, derechos y contraprestaciones que se establecieron al momento de la contratación. (Andi, 2013).

Modalidades de licitación

En cumplimiento de los anteriores principios, los procesos de selección se pueden adelantar mediante:

¿Dónde se encuentra regulada la contratación?

La normatividad vigente aplicable al tema de contratación en donde interviene el Estado se encuentra regulada en la Constitución Nacional, en el régimen de contratación estatal y en el código civil (Flórez, 2014):

- a. Ley 80 de 1993
- b. Ley 1150 de 2007
- c. Decreto 19 y 734 de 2012
- d. Leyes 1437 y 1474 de 2012.

Principios de Contratación estatal

- a. **Transparencia:** esta hace visible los procesos de contratación del Estado y las reglas serán objetivas, claras, justas y completas. (Andi, 2013).
- b. **Selección abreviada:** Adquisición de bienes y servicios de características técnicas uniformes y de común utilización, lo que significa que se trata de bienes y servicios que cumplen con características de desempeño y calidad objetivas. (Colombia, 2012).
- c. **Concurso de méritos:** se realiza la contratación de consultores o proyectos, donde se busque contratar la experticia e intelecto de una persona o grupo de personas, en áreas específicas. (Andi, 2013).
- d. **Contratación directa:** Esta modalidad se encuentra restringida a la contratación en casos

de urgencia manifiesta, contratos de empréstitos y contratos interadministrativos. (Andi, 2013).

Se debe realizar una convocatoria pública, la cual se debe publicar en la página web de Colombia Compra Eficiente (SECOP).

Tipos de Contratos

- a. **Concesión:** se otorga a un concesionario la prestación, operación, explotación, organización o gestión, total o parcial, de un servicio público, o la construcción, explotación o conservación total o parcial, de una obra o bien destinados al servicio o uso público.
- b. **Obra:** Son aquellos contratos cuyo objeto es la construcción, mantenimiento, instalación, realización de trabajos materiales sobre bienes inmuebles, sin tener en cuenta la modalidad de ejecución y de pago.
- c. **Consulta:** Se suscriben contratos de consultoría cuando se busca la ejecución de proyectos de inversión, estudios de diagnóstico, pre factibilidad o factibilidad para programas o proyectos específicos, así como a las asesorías técnicas de coordinación, control y supervisión.
- d. **Prestación de servicios:** Los contratos de prestación de servicios son utilizados para desarrollar actividades relacionadas con la administración o funcionamiento de la entidad.
- e. **Encargos fiduciarios y fiducia pública:** Este tipo de contrato tiene como fin la administración o manejo de recursos vinculados a los contratos estatales.

¿Quiénes pueden licitar?

Personas jurídicas o particulares que tengan la capacidad de ofrecer sus productos, bienes o servicios a más de tres mil entidades que en representación del Estado Colombiano deben utilizar este sistema para comprar. Los posibles oferentes deben estar legalmente inscritos en el Registro Único de Proponentes, a nivel nacional. También pueden licitar las empresas extranjeras

de cualquier parte del mundo, siempre que cumplan con los requisitos exigidos y adicionalmente tengan en el país, un agente que los represente legalmente en sus actividades. (Colombia, 2012).

¿Cómo se participa?

Teniendo en cuenta que la ley otorgó prerrogativas especiales para la participación y es necesario revisar a través de los mecanismos de publicidad dispuestos para tal fin, las convocatorias se abren exclusivamente para micro, pequeñas y medianas empresas. (Publica C. , 2013). Se debe tener en cuenta:

- a. La publicidad de los procesos de selección de licitación pública y selección abreviada.
- b. Participar en la etapa de borrador de los pliegos de condiciones.
- c. Participar en las etapas de los pliegos de condiciones.

¿Qué se debe tener para participar en una licitación?

Para participar en los procesos de selección de contratistas en las diferentes entidades públicas, es necesario cumplir con varios requisitos: (Publica M. d., 2009).

- a. Ser un empresario formal.
- b. Estar inscrito en el Registro Único de Proponentes (RUP).
- c. No tener inhabilidades ni incompatibilidades.

Conclusiones

1. La licitación pública debe ser un proceso organizado que permite la sana competencia entre profesionales para la ejecución de un proyecto.
2. Se puede concluir que, por medio de los parámetros establecidos y la modalidad de contratación, el contratista tendrá en cuenta las especificaciones técnicas que exige el contratante.

3. Se logró determinar que en los proyectos publicados en la página de SECOP se muestra la información dada por el contratista al contratante con los términos y referencias de la obra.

Referencias Bibliográficas

- UNIAGRARIA. (2015). *Nuevos Retos y enfoques para la Enseñanza de la Ingeniería Civil*. Bogotá: Entrelibros.
- Andi. (2013). Recuperado de: <http://www.andi.com.co/es/GAI/GuiInv/ConEst/ConEst/Paginas/ConM%C3%ADnCua.aspx>
- Carmona, F. (2016). Recuperado de: <http://www.ub.edu/stat/docencia/Mates/ejemploACP.PDF>
- Colombia, L. (2012). Licitaciones Colombia . Recuperado de: <http://licitacionescolombia.jimdo.com/quienes-pueden-licitar/>
- Consejería de Medio Ambiente de Andalucía. (2007). *Guías Didácticas de Educación ambiental*. Andalucía: Consejería de Medio Ambiente de Andalucía.
- Criollo, R. (2014). *Gestión ambiental municipal: Una propuesta de indicadores de evaluación*. Sao Pablo, Brasil.
- De castro Cuéllar , A., Cruz Burguete, J & Ruiz Montoya, L. (2008). *Educación con ética y valores ambientales para conservar la naturaleza*. México: Convergencia ISSN. pp 1405-1435.
- Departamento Administrativo del Medio Ambiente. (2002). *Política Nacional de Investigación Ambiental*. Bogotá.
- Eafit, U. (2005). Recuperado de: <http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/departamentos/departamento-contaduria-publica/planta-docente/Documents/Nota%20de%20clase%2058%20licitaciones.pdf>
- Entornxxi. (2013). Recuperado de: <https://entornxxi.wordpress.com/2013/04/29/los-bioindicadores-de-calidad-ambiental/>
- Escobar, L. (2006). Indicadores sintéticos de calidad ambiental: un modelo general para grandes zonas urbanas. *Revista Eure* (Vol. XXXII, N° 96), pp. 73-98. Santiago de Chile.
- Flórez, J. A. (2014). Recuperado de: http://www.ces.edu.co/index.php/component/docman/doc_download/416-abces-contratacion-publica-estatal?Itemid=
- Gobierno de Aragón, Departamento de Medio Ambiente. (s.f.). *Manual del Sistema de Indicadores ambientales de Aragón*.
- González Gaudiano, E., & Figueroa , D. L. (2009). Los Valores Ambientales en los Procesos Educativos: Realidades y Desafíos. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. Madrid, España
- Guillen, A. K. (2009). Origen, espacio y niveles de participación ciudadana. *International Journal*, 4 ((1)), 179-193.
- Lévy-Leboyer, C. (2000). *Gestión de las Competencias*. Barcelona : Gestión 2000.
- Licitaciones. (2008). Recuperado de : <http://www.licitacion-es.com.mx/etapas-de-la-licitacion.html>
- ONU. (1972). Recuperado de: <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA. (2005). *Cambio Climático*. Proyecto Ciudadanía Ambiental Global . Mexico: PNUMA.
- Programa Internacional de Educación Ambiental UNESCO-PNUMA. (1993). *Guía Para la Enseñanza de Valores Ambientales* (Vols. ISBN:84-8198-059-5). Bilbao: EFCA, S.A.
- Publica, C. (2013). Recuperado de: <http://www.aplicaciones-mcit.gov.co/cincopasos/c3.html>
- Publica, M. (2009). Recuperado de: <http://www.creosltda.com/attachments/licitacion%20publica.pdf>

Quiroga, M. (2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en los Países de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

Schuschny, A. S. (2009). *Guía metodológica y diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.

Urzúa, J. A. (2013). *La Ética Medio ambiental: principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global*. Chile : Acta bioeth. Vol.19 No.2 .

Zarzosa, E. (1996). Aproximación a la medición del bienestar social. Idoneidad del indicador sintético "Distancia-P,". *Cuadernos de Economía*. Vol. 24, 139 - 163,, 140.

Sistema general de regalías (SGR) en Colombia

Cristian Camilo Castilla Arias¹
kmicasti@hotmail.com

Resumen

El fin del presente trabajo es conocer el Sistema General de Regalías (SGR), que habla sobre un esquema de coordinación entre entidades territoriales y el gobierno nacional, a través del cual se determina la distribución, objetivos, fines, administración, ejecución, control, el uso eficiente y la destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables, precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios.

Palabras clave: sistema de regalías, explotación, destinación, recursos naturales.

Abstract

The purpose of the present work is an experience close to the general system of royalties (SGR) that talks about a new scheme of coordination between the territorial entities and the national government, through the determination of distribution, objectives, fines, administration, Implementation, control, efficient use, and destination of income from the exploitation of natural resources, non-renewable, specifying the conditions of participation of its beneficiaries; We talked more about budget allocations during the first year of validity.

Keywords: Royalties system, Exploitation, Destination, Natural Resources.

¹ Cristian Camilo Castilla Arias., Estudiante de UNIAGRARIA.

Introducción

Uno de los cambios más importantes que ha experimentado Colombia en la última década, es el crecimiento de la producción minera. El comportamiento de la producción de petróleo y carbón indican la dimensión que ha adquirido este sector dentro de la economía colombiana, pues estas industrias duplicaron su producción entre 2002 y 2012 (Banco de la República, 2014). En efecto, durante este período, el país pasó de producir aproximadamente 500 mil barriles a 950 mil barriles de petróleo por día, mientras que la producción de carbón se incrementó de 40 millones de toneladas a cerca de 90 millones de toneladas por año (Banco de la República, 2014).

Esta expansión ha tenido un impacto significativo en las regalías que paga el sector minero al país, las cuales pasaron de representar el 0.6% del PIB en 2002 al 1.66% en 2012. En la medida en que la Constitución Política de 1991 establecía que estos fondos debían destinarse a los gobiernos subnacionales, las regalías se convirtieron en una importante fuente de financiación de proyectos en estos territorios (Banco de la República, 2014).

Para el caso de los municipios, estos fondos son el doble de lo recaudado por dos de los tributos municipales más importantes, el impuesto predial y el impuesto de industria y comercio. Por su parte, las regalías son diez veces el recaudo departamental del impuesto estipulado para los licores. De igual manera, la carta política contemplaba que las regalías debían asignarse principalmente a aquellos entes territoriales productores y/o afectados por el transporte del producto. Como resultado de esta destinación, la distribución de las regalías estaba altamente concentrada en pocos territorios: siete departamentos (Arauca, Casanare, Cesar, Guajira, Huila, Meta y Santander) concentraron el 70% de los recursos asignados en el periodo 2002 – 2011 (Banco de la Republica, 2014).

Esta distribución era considerada más inequitativa si se estima que en estos territorios habitaba aproximadamente el 14% de la población del país. La situación puede verse más severa, al observar que Casanare y Meta, donde reside el 2.7% de los colombianos, recibió el 34% de las regalías. Diversos estudios señalaron los inconvenientes de la concentración de las regalías en unos pocos territorios.

Medellín *et al.*, (2011) plantea que el régimen era inequitativo, porque la mayor parte de las regalías se distribuían sin consultar las necesidades de las entidades territoriales beneficiarias, ni las del resto de ellas o las de la mayoría de la población nacional. Los autores no encuentran evidencia de relación alguna entre la magnitud de la participación departamental en las regalías y la reducción de la pobreza. Adicionalmente, destacaron que la estructura procíclica no permitía aprovechar de la mejor manera, importantes ingresos derivados de la explotación de los recursos naturales. Otro motivo para repensar la estructura de regalías radicaba en la poca efectividad que tenían dichos recursos en algunos de los departamentos y municipios productores. Estos departamentos muestran un pobre desempeño económico, problemas de captura de rentas, corrupción e ineficiencia en la utilización de las regalías. (Perry y Olivera, 2009).

Resultados similares encuentran Benavides *et al.* (2000), Gaviria *et al.* (2002), Hernández (2004), Sánchez *et al.* (2005), Vilorio (2005), Sánchez *et al.* (2005), Pearce (2005), Gamarra (2005) y Bonet (2007).

Esta situación llevó a que el Gobierno colombiano propusiera la reforma del esquema de distribución de regalías consignada en la Constitución Política de 1991, la cual fue aprobada por el Acto Legislativo 05 de 2011 y reglamentado por la Ley 1530 de 2012. Esta reforma cambió la estructura por medio de la cual son distribuidas las rentas derivadas de la explotación de recursos naturales no renovables (regalías directas y el Fondo Nacional de Regalías (FNR) y la substituyó con la creación del Sistema General de Regalías (SGR). El SGR tiene como objetivo impulsar el crecimiento regional, aumentar la equidad entre regiones, disminuir los índices de pobreza y aumentar la competitividad, con base en criterios de equidad regional, social e intergeneracional. El 2012 fue el primer año en que operó el SGR. Las asignaciones por entidad territorial disponible para ese periodo se convierten en una importante herramienta para tener una primera evaluación del nuevo esquema. Se han llevado a cabo algunos estudios previos en este campo. Por ejemplo, existe una discusión importante en

el país sobre los primeros resultados del SGR en foros y seminarios, donde se destacan: la presentación de Clavijo (2012), Debates de la Universidad Nacional de Colombia (2013) y Pachón *et al* (2013). Por su parte, Giraldo y Medellín (2013) analizaron el impacto redistributivo y la Contraloría General de la República (2013) evaluó la ejecución de los recursos. Sin embargo, aún no se ha realizado un análisis integral del nuevo sistema de distribución, considerando los diferentes objetivos y mecanismos involucrados.

Descripción del problema

Una característica general de los dineros percibidos a través del SGR es que no pueden ser ejecutados hasta que los entes territoriales encargados formulen un proyecto que mejore las condiciones de vida y que esté coordinado con los planes de desarrollo territoriales. Estos proyectos son evaluados de acuerdo con los criterios como: viabilidad, priorización y coordinación con objetivos macroeconómicos generales. Los encargados de esta evaluación son los Organismos Colegiados de Administración y Decisión (OCAD). Si bien los OCAD son una característica general del sistema, su composición varía de acuerdo con los distintos rubros en los que ahora se compone el SGR. Esta descomposición se hace mediante distintos fondos, cuyos objetivos están enmarcados en al menos uno de los siguientes cuatro pilares:

1. La equidad social y regional
2. El ahorro para el futuro
3. La competitividad regional
4. El buen gobierno

Además, El SGR se divide entonces en los siguientes nueve rubros:

1. Fondo de Ahorro y Estabilización (FAE).
2. Fondo de Ahorro Pensional de las Entidades Territoriales (FONPET).
3. Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTEI).
4. Fondo de Desarrollo Regional (FDR).
5. Fondo de Compensación Regional (FCR).

6. Regalías directas.
7. Fiscalización de la exploración y explotación de los yacimientos y el conocimiento y cartografía geológica del suelo.
8. Funcionamiento del Sistema de monitoreo, seguimiento, control y evaluación del SGR.
9. Funcionamiento del SGR.

Para efectos de este trabajo se deja de lado los recursos de los numerales 7, 8 y 9, ya que no tienen una asignación territorial específica. Para la fiscalización de la exploración y explotación se destinan el 2 % de todos los recursos, para el monitoreo, seguimiento, control y evaluación del SGR el 0.7 % y para el funcionamiento del SGR el 1.3 %. Adicional a estos recursos existe un rubro que no se encuentra en la lista anterior y es un 0.5 % destinado a proyectos de inversión en los municipios ribereños al Río Magdalena. Este rubro también se excluye del análisis de este trabajo. Los recursos anteriores ascienden al 4.5 % de los ingresos percibidos por regalías; luego, el SGR que se analiza comprende el 95.5 % del dinero transferido como compensación a la explotación de recursos naturales no renovables.

A continuación se expone cada uno de los fondos que se tendrán en cuenta del SGR. Adicionalmente, el Cuadro 1 contiene la jerarquía y distribución general del sistema.

Marco Teórico

Fondo de Ahorro y Estabilización (FAE)

Este fondo corresponde hasta un 30% de los recursos del SGR y su principal objetivo se fundamenta en el ahorro para el futuro. El FAE fue pensado como un posible mecanismo para reducir la variabilidad de los recursos provenientes por regalías a través de los años, los cuales por sus características

de producción y comportamiento del precio externo son bastante impredecibles. Al reducir la volatilidad de los ingresos percibidos se puede hacer un mejor uso de los recursos, de forma tal que se lleven a cabo proyectos que puedan comprender más de una ejecución presupuestal. Los recursos son manejados por el Banco de la República, mediante un portafolio de inversiones en moneda nacional y extranjera. Para el tercer trimestre de 2013, este fondo ha superado la suma de US\$ 1.250 millones de dólares y alcanzó una rentabilidad neta trimestral de 1 punto básico (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2013). Los aportes al FAE se hacen por departamento y la proporción que le tienen que girar corresponde a la participación que tiene cada uno de los departamentos en la distribución de los otros fondos: FCR, FDR, FONPET y FCTEIL.

Fondo de Ahorro Pensional de las Entidades Territoriales (FONPET)

Estos recursos equivalen al 10% del total del SGR y con ellos se pretende garantizar los recursos necesarios para ir cubriendo el pasivo pensional. El FONPET es un fondo que se originó inicialmente en 1999. Con la transferencia de recursos de las regalías se busca una reducción significativa en la deuda pensional de los entes territoriales con mayor pasivo. En una primera instancia, los valores asignados a cada departamento y municipio dependen de la certificación del Ministerio de Hacienda y Crédito Público sobre la existencia de pasivo pensional en la vigencia inmediatamente anterior. Luego, se forman dos grupos. El primero con los departamentos y Distrito Capital que poseen pasivos pensionales, y el segundo con los municipios que se encuentran en la misma condición anterior.

Se calcula entonces a cuánto del total de pasivos corresponde el pasivo pensional de cada grupo y de esta forma se hace la primera división de los recursos a transferir. Luego, al interior de cada uno de los grupos anteriores se distribuyen los recursos de acuerdo con dos criterios fundamentales. El primero corresponde al 40 % de los recursos y depende de la participación de la población del ente territorial en su grupo correspondiente. El 60% restante se distribuye conforme a la pobreza relativa, donde se usa la participación del índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI) del ente territorial en el total de su respectivo grupo. Es importante mencionar que tanto la población como los valores del NBI son 7 proyecciones elaboradas por el

DANE de acuerdo son el Censo de Población y Vivienda de 2005. Los giros efectuados al FONPET con dinero de las regalías, desde el funcionamiento del SGR han superado los \$1.3 billones, de los cuales \$1.02 billones pertenecen al presupuesto de 2012 y \$ 280 mil millones a lo girado de la vigencia de 2013 hasta el 30 de septiembre del mismo año (DNP, 2013).

Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTeI)

El FCTeI representa otro 10 % del SGR y su objetivo principal es promover la investigación. Cada departamento participa en una proporción similar a las asignaciones que tiene el FCR y FDR en el total de recursos de los dos. Sin embargo, la aprobación de proyectos financiados con recursos del FCTeI se hace mediante la OCAD de ciencia, tecnología e innovación, la cual es única en el país. Es decir, todos los proyectos con cargos a este fondo se aprueban ante un comité representativo del Gobierno Nacional en conjunto. Respecto a los recursos del FCTeI para el bienio de 2012-2013 se había asignado un total de \$1.6 billones, de los cuales el 54 % correspondía solo a la vigencia de 2012. Sin embargo, los recursos girados según aprobación de proyectos no llegaban a los \$500 mil millones a noviembre de 2013. Es decir, a poco menos de dos meses de terminarse el bienio solo se había girado el 30 % de los recursos (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2013).

Fondo de Desarrollo Regional (FDR)

El FDR está enmarcado en el objetivo de mejorar la competitividad regional. La participación de este fondo en el total general del sistema no es fija como la de los fondos anteriores. Para determinar su participación, primero se debe conocer qué porcentaje se destinará en cada vigencia presupuestal para el FAE (no puede superar el 30 % del SGR) (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2013).

Después de determinado este porcentaje y al sustraer del 8 SGR lo correspondiente a los fondos antes mencionados, los recursos restantes, que deben ser como mínimo el 50 %, son divididos entre las regalías directas y los fondos regionales. En la medida en que el objetivo de la reforma es la equidad territorial, las regalías directas deben representar un porcentaje relativamente bajo. Es así como se define que de los recursos a dividir entre directas y fondos regionales, las primeras participan en un 20% y las

segundas en un 80 %. Sin embargo, dado el cambio abrupto de mecanismo de distribución de regalías, se manejará un párrafo transitorio hasta 2015, donde los cambios entre las proporciones de participación de regalías directas y fondos regionales se hagan de forma gradual, comenzando en 2012 con 50-50 y terminando en 2015 con 20-80, respectivamente. (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2013).

Luego de asignados los recursos correspondientes a los fondos regionales, estos son divididos nuevamente en dos fondos: compensación regional y desarrollo regional. Al primero le corresponde el 60 % y al segundo el 40 %. Es por esta razón que la proporción que representa el FDR es variable entre vigencias. Para el 2012, correspondió al 12 % del SGR (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2013).

Estos recursos se distribuyen únicamente entre departamentos y se hace según dos criterios fundamentales: el 60% de los recursos de acuerdo con la proporción de la población del departamento en el total nacional y el 40% restante según criterio de pobreza relativa medida como proporción del NBI departamental, en el total nacional. Los recursos asignados al FDR para el bienio de 2012-2013 superan los \$1,6 billones de pesos, de los mismos existe un monto pendiente por girar a los entes territoriales para su ejecución de cerca del 60%. Esto se debe a las demoras en la aprobación y ejecución de los proyectos comprometidos con estos recursos (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2013).

Fondo de Compensación Regional (FCR)

De acuerdo con las distribuciones de 2012, el FCR debe representar el 18 % de los recursos del SGR. Este monto lo posiciona como el fondo de mayor valor para financiar proyectos de inversión. El FCR se fragmenta en 3 rubros adicionales. El primero corresponde al 60 % de todo el fondo y se reparte entre los departamentos con NBI mayor al 30 % o que tengan municipios con un NBI mayor al 35 %. La distribución se hace de acuerdo con la población, la proporción del NBI en el total nacional y el desempleo departamental. El segundo rubro corresponde al 30 % del fondo y se entrega a los municipios más pobres (NBI>35), con el fin de financiar proyectos de impacto local. El 10 % restante del FCR sirve para financiar igualmente proyectos de impacto local, pero en municipios de cuarta, quinta o sexta categoría que

tengan un NBI menor o igual al 35 % y que no reciban del 30 % correspondiente al segundo rubro. Los recursos asignados al FCR para el bienio 2012-2013 fueron de más de \$2,9 billones de pesos y aproximadamente el 72 % de los recursos de la vigencia de 2012 se ha entregado, mientras que para el 2013 se había asignado alrededor de 50 % al mes de abril. Lo anterior indicaría que los avances en el caso del FCR han sido considerablemente mayores que para los demás fondos (Contraloría General de la República, 2013).

Conclusiones

Este artículo aborda ideas importantes que surgen de la revisión de las asignaciones presupuestales del primer año de vigencia del SGR. En primer lugar, los resultados agregados por departamentos muestran que el nuevo sistema mejoró en tres aspectos:

1. La distribución de las regalías entre todas las entidades territoriales pues existe una cobertura nacional.
2. La equidad territorial, ya que se logra una asignación per cápita mayor en aquellos territorios con mayor pobreza relativa.
3. La estabilidad de los fondos en el mediano plazo en la medida en que la implementación del FAE permitiría al sistema enfrentar adecuadamente futuros choques productivos y de precios.

Por su parte, dentro de las situaciones que empeoran con el nuevo sistema están:

1. El trámite complejo que implica el nuevo esquema que puede atrasar la ejecución y no necesariamente asegurar que los proyectos de inversión sean los más adecuados. Un ejemplo de ello es la alta participación en El Cesar de proyectos de deporte y recreación, los cuales, bajo el régimen pasado, se convirtieron en elefantes blancos en varios territorios.
2. No hay evidencia que el sistema involucre un análisis de la sostenibilidad de los proyectos y existe cierta evidencia de “pereza fiscal” en los departamentos, especialmente aquellos que antes no recibían recursos de regalías. Esto implicaría

no contar con los recursos requeridos para el mantenimiento de las obras en mediano plazo.

3. Los recursos del FCTeI, aunque se distribuyeron por criterios de pobreza, su ejecución ha sido contraria. Los departamentos que están usando dichos ingresos son los que ya tienen una base investigativa, los cuales son los de un mayor desarrollo económico relativo.
4. Aunque se evidenció que el SGR se está distribuyendo por NBI a nivel agregado, otra es la historia que se observa en el estudio de caso adelantado. En El Cesar, el fondo encargado de asignar recursos a municipios, FCR, están muy lejos de distribuirse por concepto de NBI. Finalmente, algunas cosas se quedaron iguales bajo el nuevo régimen. Tal vez la mayor preocupación surge del tipo de proyectos que se están financiando.

Lo observado en el departamento del Cesar indica que las regalías se siguen gastando en proyectos de infraestructura que no tienen un impacto claro y cuya sostenibilidad no está asegurada. Este tipo de inversiones era una de las motivaciones que llevó a la creación del SGR y, sin embargo, se observa que siguen dominando la asignación de recursos. Adicionalmente, debido en parte al régimen de transición en la regalías directas y a que son territorios que mantienen tasas de pobreza altas, los municipios productores del Cesar siguen concentrando importantes recursos. Estos resultados están basados en el primer año de puesta en marcha del SGR. Por supuesto, el proceso de aprendizaje que tendrán que enfrentar las entidades territoriales y el régimen transitorio previsto en el nuevo esquema hacen que el impacto del sistema pueda ir cambiando con el tiempo. En este sentido, este documento se convierte en una línea de base que permitirá revisar el desempeño del SGR en los próximos años.

Finalmente, además del primer año de vigencia del SGR y su destinación durante este tiempo, tenemos como principales objetivos a tener en cuenta:

- a. Crear condiciones de equidad en la distribución de los ingresos para generar ahorros para épocas de escasez.

- b. Distribuir los recursos hacia la población más pobre, generando mayor equidad social.
- c. Promover el desarrollo y la competitividad regional.
- d. Incentivar proyectos mineros y energéticos (tanto para la pequeña y media industria, como para la minería artesanal).
- e. Promover la integración de las entidades territoriales en los proyectos comunes.
- f. Propiciar la inversión en la restauración social y económica de los territorios, donde se desarrollen actividades de exploración y explotación.

Referencias Bibliográficas

Acto legislativo 05 del 18 de julio de 2011. Congreso de la República, Bogotá, Colombia.

Benavides, J. Carrasquilla, J. Zapata, G. y Velasco, A. (2000), *Impacto de las regalías en la Inversión de las Entidades Territoriales*. Bogotá: Fedesarrollo.

Bonet, J. (2007). *Regalías y finanzas públicas en el Departamento del Cesar*. Documentos de trabajo sobre Economía Regional, 92. Cartagena, Colombia: Banco de la República: Centro de Estudios Económicos Regionales.

Clavijo, S. (2012). Monto y distribución de las regalías en Colombia. ¿Sabor de la mermelada? Recuperado de: < anif.co/sites/default/files/uploads/Sergio%20Clavijo.pdf>.

Ley 1530 de 2012. Congreso de la Republica, Bogotá, Colombia.

Ley 1530 del 17 de mayo de 2012. Congreso de la República, Bogotá, Colombia.

Sistema General de Regalías: El sabor amargo y dulce de la mermelada [en línea]. Claves para el Debate Público. Bogotá, Colombia.

Evaluación de impacto ambiental (EIA)

Ericka Andrea Méndez Reyes¹

eamendezr@unal.edu.co

Jorge Luis García Laguna²

jorgeluis1913@gmail.com

Resumen

El presente estudio sirve para prevenir, identificar e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno, en caso de ser ejecutado. Esto, con el fin de que la administración competente lo acepte, rechace o modifique. Es un procedimiento jurídico- administrativo inicia con la presentación de la memoria resumen por parte del promotor, luego con consultas previas a instituciones o personas por parte del órgano ambiental y continua con la realización de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) a cargo del promotor y su presentación al órgano sustantivo. Luego, se prolonga en un proceso de participación pública y concluye con la emisión de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental) por parte del órgano ambiental. La EIA se ha vuelto prácticamente obligatoria en muchas legislaciones y las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas, según la legislación, puede paralizar un proyecto u o ignorarlo por completo. Esto depende del nivel de exigencia de cada una.

Palabras clave: Estudio de Impacto Ambiental (EIA), Declaración de Impacto Ambiental (DIA), Impacto Ambiental, Jurídico-Administrativo, memoria, resumen, órgano sustitutivo.

Abstract

The present study serves to prevent, identify and interpret environmental impacts that will produce a project in their surroundings in case of being executed, this in order that the competent administration accept it, reject or modify. Is a procedure legal-administrative e starts with the presentation of the memory overview from the promoter, lego consultations prior to institutions or people from the organ environmental, continuous with the realization of the EIA to charge of the promoter and its presentation to the organ substantive. Then it continues with a public participation process and concludes with the issuing of the DIA (environmental impact statement) by the Environment Agency. The EIA has become almost mandatory in many laws and the consequences of a negative assessment can be different according to the legislation, it can paralyze a project or or ignore it completely, this depends on the level of demand for each one.

Keywords: Study of impact environmental (EIA), statement of impact environmental (DIA), impact environmental, administrative, memory summary, organ replacement.

¹ Ericka Andrea Méndez Reyes., Estudiante de UNIAGRARIA.

² Jorge Luis García Laguna., Estudiante de UNIAGRARIA.

Introducción

Durante la década de los años setenta del siglo XX, con las primeras conferencias, reuniones y encuentros con el medio ambiente, cobró amplio reconocimiento la necesidad de incorporar la variable ambiental como factor de garantía del progreso, ya que se detecta un agravamiento de los problemas ambientales, tanto globales como regionales, nacionales y locales. Además, la utilización racional de los recursos no se consideraba como variable de importancia para lograr un desarrollo estable y continuo. Así, nació el concepto de desarrollo sostenible, para resaltar la necesidad de incorporar las variables ambientales en una concepción global y para postular que no puede haber progreso sólido y estable, si no existe una preocupación de la sociedad en su conjunto por la preservación ambiental. La protección ambiental no puede plantearse como un dilema frente al desarrollo, sino como uno de sus elementos básicos y fundamentales. Un desarrollo sostenible debe promover la conservación de los recursos naturales, tales como la tierra, el agua, el aire, los recursos genéticos y a la vez, ser técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable, de tal manera que permita satisfacer las necesidades crecientes y lograr el desarrollo requerido.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) permite plantear opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales. A lo largo de las tres últimas décadas ha logrado constituirse en una de las herramientas esenciales para prevenir, mitigar y restaurar los daños al medio ambiente y los recursos renovables del país y ha evolucionado con el propósito de garantizar un enfoque preventivo que ofrezca certeza pública acerca de la viabilidad ambiental de diversos proyectos de desarrollo. La evaluación del impacto ambiental está dirigida a efectuar análisis detallados de diversos proyectos de desarrollo y del sitio donde se pretenden realizar, con el propósito de identificar y cuantificar los impactos ambientales que puede ocasionar su ejecución. Duarte (2000) y Martín-Ramos (2003) de la Universidad de Granada.

De esta manera, es posible establecer la factibilidad ambiental del proyecto (análisis costo-beneficio ambiental) y en su caso, determinar las condiciones para su ejecución y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que será necesario tomar para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Descripción del problema

El problema surge con el impacto ambiental, el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. (Conesa, 1998). El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base ambiental. La ecología es la ciencia que se encarga de medir este impacto y tratar de minimizarlo. Tras ser identificados, los impactos ambientales han de ser evaluados para estimar su importancia o significatividad. En los últimos años, la calidad ambiental en Colombia ha desmejorado a un ritmo constante y sin precedentes. Esto ha llevado a una crisis ambiental caracterizada por una alta deforestación, contaminación hídrica y alteraciones del ecosistema. La calidad del aire en grandes ciudades como Bogotá, Barranquilla, Cali, Medellín y ciudades intermedias como Sogamoso, superan los niveles aceptados de contaminación.

La contaminación hídrica en el país es causada principalmente por los residuos domésticos, las actividades agropecuarias, los residuos industriales, las actividades mineras, el inadecuado manejo de rellenos de basura y de lixiviados. A esto se le suma el inadecuado manejo de los residuos hospitalarios. Foro Nacional Ambiental, (2011).

El Gobierno y el sector industrial de Colombia han abogado e implementado monocultivos, que generan daño a la fertilidad de los suelos, como el caso de la palma africana para la generación de biocombustibles. Las implicaciones ambientales de algunos monocultivos causan el deterioro acelerado de los suelos. El uso intensivo de agroquímicos, que implica daños al medio ambiente, especialmente en regiones selváticas. Los cultivos de palma africana, se encuentran localizados en regiones selváticas del Pacífico colombiano, uno de los lugares con mayor biodiversidad en el mundo. La creación de carreteras y grandes obras de infraestructura han causado un impacto ambiental

considerable en Colombia. Por otra parte, el gobierno busca abrir paso al desarrollo, y además disminuye las selvas que dan ventaja táctica a las guerrillas y demás grupos ilegales. Los grupos guerrilleros como las FARC y ELN, adoptaron políticas de destrucción de la infraestructura económica que sirve al Gobierno y a los intereses de multinacionales. Desde 1984, la destrucción de oleoductos petroleros es la táctica que más han utilizado las guerrillas. Dichos derrames de petróleo han causado la contaminación de suelos, cuencas hidrográficas y el deterioro de diversos ecosistemas. Los grupos armados ilegales envueltos en el negocio del narcotráfico como las FARC, ELN y AUC han promovido la expansión de cultivos ilícitos, lo que genera mayor destrucción de selva o bosque virgen para dar paso al cultivo ilícito.

En Colombia, los factores que causan deterioro ambiental son variados, pero se pueden agrupar en dos grandes grupos:

Libre acceso a los recursos naturales: Existen diversas actividades que no posee una vigilancia o acompañamiento del estado colombiano y han provocado graves problemas ambientales, como son: la minería ilegal, la tala de bosques ilegal y las actividades relacionadas con el narcotráfico.

Falta de inversión estatal: En Colombia, la inversión estatal y el acompañamiento en algunos temas ambientales, es casi nulo. La falta de inversión por parte del Estado en el tratamiento de aguas residuales domésticas es poco. El manejo de basuras y el aprovechamiento de las mismas son reducidos a lo largo del país. Hay poca investigación en la contaminación y los recursos renovables. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (1988).

Marco Teórico

Licenciamiento y autorizaciones ambientales

La Licencia Ambiental es el instrumento administrativo, mediante el cual la autoridad ambiental autoriza la ejecución de una obra, proyecto o actividad, en sus etapas de construcción, operación y desmantelamiento. (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2014).

El Decreto 2820 de 5 de agosto de 2010 del MAVDT, determina los proyectos que requieren Licencia Ambiental y las autoridades competentes para otorgarlo. En el caso del

Sector Eléctrico, el artículo octavo del decreto establece que el MAVDT es competente para otorgar Licencia Ambiental en los siguientes proyectos:

- a. La construcción y operación de centrales generadoras de energía eléctrica con capacidad instalada igual o superior a 100 MW.
- b. Los proyectos de exploración y uso de fuentes de energía alternativa virtualmente contaminantes con capacidad instalada superior a 3MW.
- c. El tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores a 220 KV.

Así mismo el artículo noveno del decreto establece los proyectos eléctricos que son competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales, a saber:

- a. La construcción y operación de centrales generadoras con una capacidad mayor o igual a 10 y menor de 100 MW, diferentes a las centrales generadoras de energía, a partir del recurso hídrico.
- b. El tendido de líneas del sistema de transmisión conformado por el conjunto de líneas con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 KV y que no pertenecen a un sistema de distribución local;
- c. La construcción y operación de centrales generadoras de energía, a partir del recurso hídrico con una capacidad menor a 100 MW, exceptuando las pequeñas hidroeléctricas destinadas a operar en Zonas No Interconectadas (ZNI) y cuya capacidad sea igual o menor a 10 MW.

En lo referente al sector eléctrico, el Ministerio de Ambiente ha definido para la elaboración de los estudios ambientales, términos de referencia de los proyectos de generación y transmisión eléctrica: Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) y Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Igualmente, ha adoptado las Guías Ambientales de Referencia para los estudios (Resolución 1023 de 2005).

Este nuevo decreto establece que para el trámite de la licencia ambiental de proyectos hidroeléctricos se deberá presentar al MAVDT y la copia del registro expedido por la Unidad de Planeación Minero Energético (UPME) Así mismo, la autoridad ambiental solicitará a la UPME, el concepto técnico relativo al potencia energético de las diferentes alternativas que presente el solicitante en su diagnóstico ambiental de alternativas.

El tiempo promedio para el trámite de la licencia ambiental de conformidad con los términos establecidos en la Ley 1450 de 2011 son 200 días hábiles aproximadamente.

Adicionalmente, mediante la resolución 1503 de 4 de agosto de 2010, el MAVDT, definió la metodología general para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental, para todo tipo de proyectos.

El Decreto 2820 de 5 de agosto de 2010 establece que la Licencia Ambiental incluye los permisos y autorizaciones requeridos para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, necesarios para el desarrollo del proyecto, los cuales deben ser descritos en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Estos permisos, en general, se otorgan por toda la vida útil del proyecto.

Por otra parte, cuando se requiera hacer una modificación a la Licencia Ambiental, se debe solicitar autorización al MAVDT. En el año 2009, mediante gestión realizada ante este Ministerio por el sector eléctrico, se aprobó una modificación al Decreto 1220 de 2005 en lo referente a los casos en que se requiera modificaciones menores de la Licencia Ambiental, el cual fue aprobado, mediante la Resolución 2101 de 2009 de este mismo Ministerio.

El decreto 2820 de 5 de agosto de 2010, establece que se debe informar a la comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos y las medidas de manejo propuestas y valorar e incorporar en el Estudio de Impacto Ambiental. En los casos en que se requiera, deberá darse cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 76 de la Ley 99 de 1993, en materia de consulta previa con comunidades indígenas y negras tradicionales y al Decreto 1320 de 1998 o al que lo sustituya o modifique.

En cuanto al cobro de servicios de evaluación y seguimiento de la licencia ambiental, autorizaciones y

demás instrumentos de control y manejo ambiental, la Ley 633 de 2000, faculta al Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial para el cobro de dichos servicios; la Resolución 1110 de 2002, establece las tarifas y el procedimiento para su cobro.

La Ley 1450 de 2011 por medio de la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2010- 2014, especifica las condiciones y requisitos mínimos que deben tener las personas y empresas que realicen EIA. En el artículo 223 modifica los términos para el trámite de la licencia ambiental, por parte de las autoridades ambientales, estableciendo lo siguiente:

El interesado en el otorgamiento de una licencia ambiental presentará ante la autoridad ambiental competente la solicitud acompañada del estudio de impacto ambiental correspondiente para su evaluación. La autoridad competente dispondrá de treinta (30) días hábiles para solicitar al interesado información adicional en caso de requerirse. Allegada la información requerida, la autoridad ambiental dispondrá de diez (10) días hábiles adicionales para solicitar a otras entidades o autoridades los conceptos técnicos o informaciones pertinentes, que deberán serle remitidos en un plazo no mayor de treinta (30) días hábiles. El Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, o quien haga sus veces, dispondrá hasta noventa (90) días hábiles para decidir sobre la licencia ambiental, contados a partir del acto administrativo de trámite que reconozca que ha sido reunida toda la información requerida, según el procedimiento previsto en este artículo.

Parágrafo 1: En caso de que el procedimiento se demore más de los 90 días hábiles establecido en este artículo contados a partir del acto administrativo de trámite que reconozca que ha sido reunida toda la información requerida, se convocará a un comité quien en un plazo menor a 10 días hábiles, establecerá un plan de acción obligatorio para que en un plazo menor a 30 días hábiles, la autoridad ambiental esté en posibilidad de decidir sobre la licencia ambiental.

Es de relevar la modificación que hace la ley a los plazos para expedición de la Licencia Ambiental, pasando de 90 a 200 días hábiles.

Aspectos comerciales del uso de recursos

La Ley 1377 de 2010 reglamenta las actividades comerciales relacionadas con las plantaciones forestales y agroforestales. A su vez, da un plazo de un año para que el Gobierno Nacional presente al Congreso de la República, un proyecto de ley que establezca claramente las condiciones objetivas que permitan la selección de los beneficiarios del Certificado de Incentivo Forestal (CIF) para apoyo de programas de reforestación comercial.

De igual forma, la Ley 99 de 1993 establece que las autoridades encargadas de autorizar, controlar y vigilar la comercialización de los recursos naturales son las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's) y los departamentos. También, en esta ley se fijan las condiciones y exigencias que se hacen a las empresas que utilizan los recursos naturales con fines económicos: tasas retributivas y compensatorias, tasas para compensar los gastos de mantenimiento de la renovabilidad de los recursos naturales renovables, tasas por utilización de aguas, transferencia del sector eléctrico a las CAR's y municipios ubicados en las áreas de influencia de los proyectos.

Decreto 125 del 20 de enero de 2011. Programa Especial de Reforestación- Por el cual el Gobierno crea el Programa Especial de Reforestación, con el fin de ejecutar proyectos de reforestación comercial en las áreas afectadas por el fenómeno de La Niña 2010-2011, para rehabilitar el uso de los suelos con potencial para la reforestación, incluyendo las cuencas de los ríos y las áreas conectadas con ellas. Posiblemente aplique para las zonas aledañas a los embalses que están bajo cuidado de los generadores.

Metodología

El solicitante de la Licencia Ambiental puede incorporar al proceso, sesgos o perspectivas propias sin intención. “Es explicable, a la vez, que cada evaluador aporte apreciaciones basadas en sus propias experiencias”. Acevedo, G., & Mouthon, A. (2002). Todo esto hace que el acercamiento sistemático interdisciplinario sea fundamental en la evaluación de los estudios ambientales. Es indispensable además que el evaluador no tenga un interés particular en el resultado de un proyecto propuesto. El evaluador debe tener objetividad y criterio y sus juicios de valor no deben estar asociados con un suceso

particular de algún proyecto. También se debe identificar los vacíos en la información importante y las alternativas relevantes excluidas, distinguir entre lo significativo y lo secundario, lo que significa identificar los aspectos realmente significativos, en cuanto a las alternativas e impactos, y estableciendo prioridades para cada uno de los componentes ambientales. El evaluador debe hacer que se cumpla conforme a la ley, los licenciamientos ambientales. Por lo tanto, el evaluador debe tener responsabilidad en el proceso de evaluación ambiental y así, facilitar la toma de decisiones en el proceso y tener clara la forma de involucrarse en diferentes contextos como el legal e institucional. Debe realizar un seguimiento ambiental para verificar el avance y cumplimiento, y analizar la efectividad de los programas de manejo ambiental.

Después de esto vienen los equipos de evaluación, según la complejidad e información técnica de cada tema: atmosféricos, forestales, geológicos, hidrológicos, económicos, sociales, culturales y arqueológicos, entre otros. A veces, es necesario contratar expertos externos para revisar algunos estudios ambientales complejos.

Resultados y Discusión

Generalmente, las decisiones basadas en la EIA las toman quienes no han estado estrechamente involucrados en el avance diario de la EIA. Tal vez, su primer contacto con la EIA es cuando están revisando el informe correspondiente. Se espera que la EIA presente todo lo que ellos necesitan saber acerca de: ¿Qué sucederá como resultado del proyecto?, ¿cuáles serán las consecuencias de los impactos?, ¿son importantes los impactos? y ¿qué se puede hacer para minimizar los impactos? Quienes toman decisiones también deben considerar factores políticos al momento de decidir determinado curso de acción. Son ellos quienes están en la posición de hacer un balance entre las necesidades del proyecto, con necesidades de otra índole y con diversos problemas de su jurisdicción. Deberán tomar en consideración no sólo los hechos físicos, sino también la percepción de la población.

Si el proyecto es aceptado, tal vez con recomendaciones y modificaciones, quienes preparan un plan para reducir conflictos originados por el proyecto, este podría incluir la participación del público en la planificación, educación de la comunidad y compensaciones para los grupos afectados.

Asignar responsabilidades institucionales para verificar el acatamiento de los requisitos ambientales por parte del proyectista, incorporar mecanismos de gestión ambiental en la planificación y velar por el cumplimiento de las restricciones y del monitoreo será indispensable.

Algunas veces, la autoridad competente envía la EIA a un panel de revisión para que comente acerca de su calidad y pertinencia, antes de tomar la decisión final. Quienes toman decisiones podrían requerir estudios adicionales que respondan otras interrogantes del proyecto. También podrían solicitar que el informe sea dado a conocer a la opinión pública. La autoridad competente pondrá copias a disposición del público e invitará a que hagan comentarios. Luego, el equipo de la EIA incorporará esos comentarios que el informe, antes de que se tomen las decisiones finales. En caso de que la EIA lo rechace, el proyectista puede iniciar un proceso de apelación.

La utilidad de la EIA no termina con la autorización del proyecto, su aporte para el éxito del proyecto continúa en diversas formas:

Si el proyecto es aprobado con los cambios recomendados, los resultados de la EIA deben utilizarse para adecuar el proyecto al ambiente, modificando diseños de ingeniería.

Las decisiones de las últimas fases de planificación del proyecto deberán estar basadas en la EIA, tales como las conexiones con carreteras o líneas ferroviarias.

Las advertencias de la EIA sobre los impactos ambientales pueden formar parte del documento de licitación y luego deberán ser adaptadas como recomendaciones de seguridad para los trabajadores. Por último, al término de proyecto, se puede realizar una post auditoría para determinar cuán acertadas fueron las predicciones de la EIA versus los impactos reales del proyecto. Esto constituye un valioso antecedente para otros proyectos similares.

Recursos necesarios para la EIA

Debido a la reconocida importancia de la EIA en la planificación del crecimiento sostenible de un país, los estudios de EIA se llevan a cabo en todo el mundo, aún en lugares con escasas iniciativas de planificación. Sin

embargo, hay ciertos requisitos mínimos para realizar una EIA que realmente pueda influenciar grandes proyectos de desarrollo.

Equipo calificado multidisciplinario: Esto incluye un hábil administrador para coordinar las actividades, establecer relaciones con quienes toman decisiones y motivar al equipo de trabajo como, especialistas en ciencias del ambiente, planificación urbana y rural, economía, control de la contaminación, procesos de ingeniería, diseño de paisajes, sociología y antropología cultural, y un experto en comunicaciones.

Lineamientos técnicos aprobados por la autoridad competente para ejecutar las diversas fases del proceso de EIA, especialmente el sondeo ambiental, el alcance, las predicciones, evaluación y medidas de control.

Información acerca del ambiente para ser seleccionada y evaluada con relación a los impactos considerados luego del 'alcance'.

Capacidad analítica para realizar trabajos de campo, pruebas de laboratorio, investigación en bibliotecas, procesamiento de datos, fotomontaje, encuestas y modelos de predicción.

Recursos administrativos para apoyar la evolución del proceso de la EIA: incluye personal de oficina, instalaciones para reuniones, facilidades de comunicación y manejo de datos.

Acuerdos institucionales: Incluye un procedimiento formal de consulta con quienes toman decisiones y otros grupos interesados, la autorización para obtener la información necesaria para el proyecto propuesto y un proceso formal para integrar a la EIA dentro de la toma de decisiones.

Autoridad para supervisar, monitorear y obligar el cumplimiento de las medidas de control, a lo largo del proyecto.

Entre los recursos necesarios para ejecutar una EIA, el dinero y el tiempo son esenciales. En cuanto al tiempo, los siguientes promedios han sido tomados de una muestra de EIA: las evaluaciones preliminares pueden tomar entre dos a diez semanas y una EIA completa puede durar entre

tres meses a dos años. En relación a los costos, a menudo las cifras suscitan oposición y una actitud reacia, pero los proyectistas e inversionistas se percatan de que representan sólo una pequeña fracción de los costos de cualquier proyecto de desarrollo y que generalmente es menos del 1 %. De hecho, es un porcentaje relativamente bajo para prevenir costosos problemas imprevistos, para fomentar el desarrollo sostenible, para evitar catástrofes ambientales y para lograr la aprobación y la aceptación del proyecto. La EIA significa mejores proyectos y logros, además constituyen una buena inversión en el futuro, tanto para el proyectista como para la economía de un país.

Conclusiones

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es el proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa, la implantación de políticas y programas, o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo. La Evaluación de Impacto Ambiental se introdujo por primera vez en Estados Unidos en 1969 como requisito de la National Environmental Policy Act (ley nacional de políticas sobre el medio ambiente, comúnmente conocida como NEPA). Desde entonces, un creciente número de países, incluida la Unión Europea han adoptado la EIA, aprobando leyes y creando organismos para garantizar su implantación.

Una EIA suele comprender una serie de pasos:

Un examen previo, para decidir si un proyecto requiere un estudio de impacto y hasta qué nivel de detalle.

Un estudio preliminar, que sirve para identificar los impactos claves y su magnitud, significado e importancia.

Una determinación de su alcance, para garantizar que la EIA se centre en cuestiones clave y determinar dónde es necesaria una información más detallada.

El estudio en sí, consiste en meticulosas investigaciones para predecir y evaluar el impacto, y la propuesta de medidas

preventivas, protectoras y correctoras, necesarias para eliminar o disminuir los efectos de la actividad en cuestión.

Referencias Bibliográficas

Acevedo, G., & Mouthon, A. (2002). *Criterios para la evaluación de estudios ambientales y para el seguimiento ambiental de proyectos*.

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2013). *Requisitos ambientales, clasificación de proveedores y criterios ambientales para las compras públicas sostenibles de la segunda versión*. Bogotá.

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA. (2014). *Licencia Ambiental subdirección de Evaluación y Seguimiento*. Recuperado de: <http://www.anla.gov.co/licencia-ambiental-subdireccion-evaluacion-y-seguimiento>

Evaluación de Impacto Ambiental. (2016) Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Evaluaci%C3%B3n_de_impacto_ambiental#Historia

Foro Nacional Ambiental. (2011). *Licencias Ambientales y su proceso de reglamentación en Colombia*. Bogotá, Colombia.

Marco Normativo Ambiental (2011). *Países de la CIER. Países América del Sur*. Recuperada de: <https://sites.google.com/site/marconormativoambiental/home> (Acceso 20 Nov. 2016).

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1988). *Evaluación del impacto ambiental; procedimientos básicos para países en desarrollo*. Recuperada de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/repis1/pbp/pbp.html>

Ministerio de Medio Ambiente, (1999). *Guía Básica Ambiental para Perforación de Pozos*. Bogotá, Colombia.

.....

Estrategias para incentivar la cultura y educación ambiental de los estudiantes del colegio de Boyacá (COLBOY) de la ciudad de Tunja, en convenio ambiental con (UNIAGRARIA)

David Ricardo Gil Leguizamón¹
ing.davricgil@gmail.com
Juan Carlos Gómez Zabala²
ing.juangomez89@gmail.com
Ricardo Monroy Vargas³
monroy.edgar@uniagraria.edu.co

.....

Resumen

En torno a la preocupación que se ha generado respecto a la conservación del ambiente y la participación del ser humano, en la búsqueda de estrategias para mitigar los efectos negativos que la actividad humana causa sobre el mismo, se han establecido conceptos tales como educación ambiental, pedagogía ambiental y conciencia ambiental, los cuales fueron introducidos en los contenidos programáticos en las instituciones educativas, llegando tan sólo a la conceptualización de términos, mas no a la modificación de las conductas y hábitos respecto al ambiente.

Este proyecto de investigación gira en torno a temáticas ambientales y de educación ambiental, donde a partir de la participación entre los estudiantes de UNIAGRARIA, así como del colegio de Boyacá, por medio de diversas metodologías, se genera la formación de principios y valores de tipo ambiental, usando instrumentos como: foros, seminarios, debates, y un programa de radio. Siendo este, el medio de divulgación de los resultados. Lo anterior se desarrolla alrededor del convenio interinstitucional celebrado entre el Establecimiento Público Colegio de Boyacá (COLBOY) y la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA), para el desarrollo de proyectos de educación ambiental.

Palabras clave: Educación ambiental, pedagogía ambiental, conciencia ambiental, análisis matricial, residuos sólidos, impacto ambiental.

Abstract

Around the concern that has been generated regarding the conservation of the environment and the participation of the human being, in the search of strategies to mitigate the negative effects that the human activity causes on the same, concepts such as environmental education, environmental pedagogy and environmental awareness have been established, which were introduced in the program content in educational institutions, reaching only to the conceptualization of terms but not in the modification of the behaviors and habits with respect to the environment.

This research project revolves around environmental themes and environmental education, where from the participation between the students of Uniagraria, as well as of the school of Boyacá, by means of diverse methodologies, the formation of environmental principles and values is generated, using instruments such as: forums, seminars, debates, and a radio program, this being the means of dissemination of results. The above is developed around the interinstitutional agreement held in the Public Establishment Colegio de Boyacá and the Fundacion Univesitaria Agraria de Colombia, for the development of environmental education projects.

Keywords: Environmental education, environmental pedagogy, environmental awareness, matrix analysis, solid waste, environmental impact.

¹ David Ricardo Gil Leguizamón, egresado de UNIAGRARIA.

² Juan Carlos Gómez Zabala, egresado de UNIAGRARIA.

³ Edgar Ricardo Monroy Vargas, docente UNIAGRARIA.

Introducción

La Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA), dentro de la formación integral que promueve en sus estudiantes y futuros profesionales, fomenta la educación basada en tres pilares fundamentales, los cuales dignifican al profesional Uniagraria. Estos pilares son: la sustentabilidad ambiental, la cultura del emprendimiento y el desarrollo regional con enfoque territorial. En torno a ellos se desarrollan diversos programas, proyectos y actividades, que se basan en la investigación y la participación activa de los estudiantes y docentes de la UNIAGRARIA con la comunidad. Correspondiendo a los pilares institucionales, UNIAGRARIA y COLBOY establecieron un convenio ambiental para generar educación ambiental en la comunidad del colegio, donde estudiantes y docentes de la UNIAGRARIA por medio de la investigación, impulsan la participación de estudiantes y docentes del COLBOY para resolver distintas problemáticas ambientales, las cuales se retroalimentan con diferentes medios pedagógicos. En ese orden de ideas, la comunidad del colegio de Boyacá, podrá estar en la capacidad de transmitir sus conocimientos y experiencias a la comunidad de la ciudad de Tunja. La educación ambiental se desarrolla alrededor de la investigación, por medio de la evaluación de impacto ambiental generada por residuos sólidos, utilizando para ello, el análisis matricial DOFA y Vester. Para ello, se hicieron encuestas a determinada población del COLBOY y se caracterizan los residuos sólidos, aplicando el método del cuarteo de basuras y pesaje. De ahí, se evidencia una serie de problemas, los cuales se analizan en las matrices ya nombradas, para discriminarlos en problemas pasivos, críticos, indiferentes y activos.

Lo anterior permite contextualizar las condiciones en las que se manejan los residuos sólidos y dar soluciones asertivas a los mismos, donde se conduzca a la producción de material pedagógico, como folletos y cartillas informativas; realizar foros, debates y programas radiales para exponer los resultados hallados en la investigación e involucrar cada vez más a la comunidad en el desarrollo de futuros proyectos.

Descripción del problema

Tunja es la ciudad capital del departamento de Boyacá y su población estimada para 2016 era de 188.391 habitantes. Además de ser una ciudad turística, histórica y religiosa, presenta casos de alta contaminación ambiental (residuos sólidos, cuerpos de agua, auditivos, visuales, etc.), no hay control evidente de los mismos y tampoco planes de gestión ambiental que la población reconozca como procesos de mitigación.

En las instituciones educativas como los colegios de Boyacá, son pocos los proyectos investigativos que permitan generar conciencia educativa relacionada con el cuidado y protección del ambiente, pues estos temas solo se imparten en las diferentes asignaturas o cátedras complementarias, concernientes a las ciencias naturales. (Pachón, 2013).

Es por eso que se debe dar importancia a proyectos que además de generar conciencia ambiental, incentiven la participación activa de la comunidad educativa (estudiantes y docentes) los cuales se conviertan en emisores de educación ambiental.

El Colegio de Boyacá COLBOY de la ciudad de Tunja en convenio ambiental con la Fundación Agraria de Colombia UNIAGRARIA, pretenden aunar esfuerzos para generar un ambiente – aprendizaje de investigación en torno a la educación ambiental, integrada por docentes y estudiantes de últimos semestres de Ingeniería Civil de UNIAGRARIA y docentes y estudiantes del Colegio de Boyacá.

Marco Teórico

Educación Ambiental

“La E.A. es un proceso permanente en el que los individuos y la comunidad se concientizan de su medio ambiente y adquieren el conocimiento, los valores, destrezas, experiencias y la determinación que les permitirá actuar – individual y colectivamente – en la resolución de los problemas presentes y futuros.” (García y Galiano, 2002).

Como lo expresa Álvarez y Vega (2005) La Educación Ambiental no se sujeta a educar para

poder aprender a conservar la naturaleza, generar conciencia en las personas o cambiar las conductas de las mismas. La finalidad de la Educación Ambiental es la de educar para cambiar la sociedad, donde la conciencia influya en el desarrollo humano y que a su vez sean causa y efecto de la sustentabilidad y la responsabilidad global. Es por eso que la Educación Ambiental se debe establecer para producir un análisis crítico de la situación socioeconómica que conducen a la información y sensibilización, para que el mismo ser humano sea el actor fundamental en su misma preparación como responsable en la toma de decisiones a favor de la complejidad de nuestro mundo.

Pedagogía ambiental

Es una visión más amplia de la Educación Ambiental, puesto que reconoce los aspectos fundamentales de la EA que desde la actualidad científica se plantean, pero a su vez admite las posibilidades organizativas y didácticas, para aplicarlas como estrategias ambientales educativas como lo son la evaluación, la educación ambiental de adultos, la EA formal e informal, entre otras. La pedagogía ambiental convierte los intereses y objetos de estudio de diferentes disciplinas y ciencias del saber para fundamentarlos pedagógicamente mediante la reflexión teórica y práctica de la didáctica, la metodología, la planificación, la formación y la axiología. (R. de Moreno, 1995).

La Pedagogía Ambiental, debe iniciar desde un qué y un cómo se da ese saber ambiental, que desde lo complejo induzca al desarrollo de la racionalidad social. En consecuencia, debe ser continuo, formativo, sumativo y evaluativo para intervenciones futuras y que estructuren teorías del conocimiento, pero de igual manera debe gestionar la innovación dentro del aula. (Limón, 1998).

Conciencia ambiental

La Conciencia Ambiental se define como: según resalta Acebal la escritora Alea en el 2006 nos deja la siguiente idea “el sistema de vivencias, conocimientos y experiencias que el individuo utiliza activamente en

su relación con el medio ambiente”, (Acebal, 2010). “Conocimientos, percepciones, conductas y actitudes son dimensiones que, en conjunto, conforman el concepto de “conciencia”. La conciencia contribuye a la formación integral de la persona, a su educación a todos los niveles.” (Gomera, 2008).

Residuos Sólidos

De acuerdo con cada país o continente, la definición de residuos sólidos difiere en contenido y definición, pero la finalidad es similar y conlleva a lo siguiente:

“Según la Organización de las Naciones Unidas, todo material que no tiene un valor de uso directo y es descartado por su propietario. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente incluye cualquier material descrito como tal, en la legislación nacional, cualquier material que figura como residuo en las listas o tablas apropiadas y en general cualquier material excedente o de desecho que ya no es útil ni necesario y que se destina al abandono. El Convenio de Basilea describe las sustancias u objetos a cuya eliminación se procede, se propone proceder o se está obligado a proceder en virtud de lo dispuesto en la legislación nacional. Comunidad Europea, Directiva 75/442/CEE, 91/156/CEE, 94/3/CE y 2000/532/CE. Cualquier sustancia u objeto perteneciente a una de las categorías listadas en el Anexo 1 y del cual su poseedor se desprenda o del cual tenga la intención u obligación de desprenderse.

A partir de las categorías del Anexo I se elaboró el Catálogo Europeo de Residuos, el cual constituye una lista armonizada y no exhaustiva de residuos, independientemente de que se destine a operaciones de eliminación o recuperación. En el Programa Regional de Manejo de Residuos Peligrosos del CEPIS, todo material que no tiene un valor de uso directo y que es descartado por su propietario. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) Todo material (sólido, semisólido, líquido o contenedor de gases) descartado, es decir que ha sido abandonado, es reciclado o considerado inherentemente residual.” (Martínez, 2005).

Tabla 1. Código de colores para la separación de los residuos sólidos según la GTC 24 de 2009.

Sector	Tipo de Residuo	Color
Doméstico	Aprovechables	Blanco
	No aprovechables	Negro
	Orgánicos Biodegradables	Verde
	Cartón, papel	Gris
	Plásticos	Azul
Industrial, comercial institucional y de servicios	Vidrio	Blanco
	Orgánicos	Crema
	Residuos metálicos	Café Oscuro
	Madera	Naranja
	Ordinarios	Verde

Nota: Recuperado de Guía Técnica Colombiana 24 de 2009 por <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>

Métodos de caracterización de residuos sólidos

Los diferentes métodos de caracterización evalúan los residuos sólidos, ya sea en la fuente generadora o en el sitio de disposición final, el cual es aplicado según la necesidad y situación en estudio. A continuación, se describen los métodos utilizados en el presente proyecto, para la caracterización de los RS.

Análisis de pesada total: Se pesan la totalidad de los residuos que se generan, realizando la separación adecuada dependiendo el material para conocer los porcentajes que se generan en función del peso. (Runfola & Gallardo, 2009).

Método de Cuarteo: Los pasos para realizar correctamente el método del cuarteo son los siguientes:

- a. Para realizar este trabajo se utiliza la muestra de un día. Se deben colocar los residuos en una zona

pavimentada o sobre un plástico grande, con la finalidad de no combinar los residuos con tierra. (Montoya, 2012).

- b. Se rompen las bolsas y se vierte el desecho formando un montón. Con la finalidad de homogenizar la muestra, se trozan los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable de 15 cm o menos. (Montoya, 2012).
- c. El montón se divide en cuatro partes (método de cuarteo) y se escogen las dos partes opuestas (lados sombreados de la figura que se muestra a continuación) para formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes nuevamente. Luego, se escogen dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra de 50 kg de basura o menos. (Montoya, 2012).

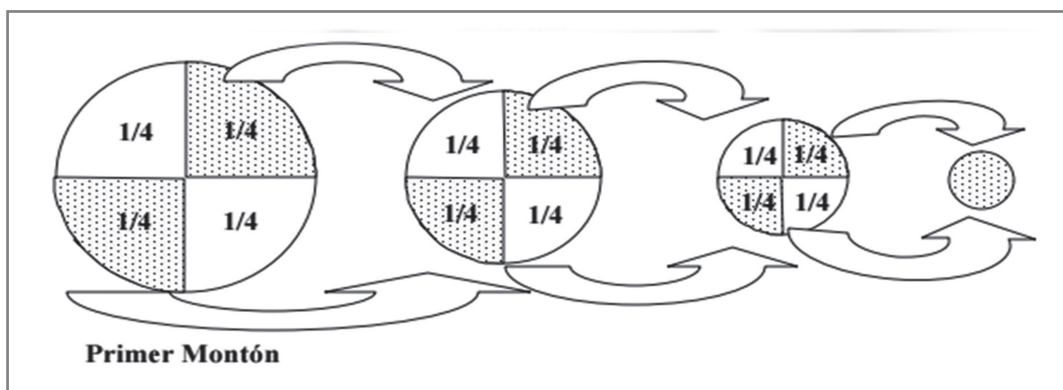


Figura 1. Método de Cuarteo. Copyright 2014 por BVSDE.

Se separan los componentes del último montón y se clasifican en: papel y cartón, madera y follaje, restos de alimentos, plásticos o metales, vidrio y otros (caucho, cuero, tierra, etc.).

Una vez concluida la clasificación, se pesan los recipientes con los diferentes componentes y por diferencia se saca el peso de cada componente. Se calcula el porcentaje de cada componente, teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos recolectados en un día (Wt) y el peso de cada componente (Pi). (Montoya, 2012):

$$\text{Porcentaje}(\%) = \frac{P_i}{W_t} \times 10$$

Matriz de evaluación de impacto ambiental

Para el estudio de impacto ambiental que se desarrolló en el presente trabajo se realizó mediante el método matricial, el cual permite un diagnóstico que identifica la problemática crítica del sitio en estudio, las posibles causas y métodos de mitigación o solución si es pertinente. Las matrices que se utilizaron son las siguientes:

Matriz DOFA: La matriz DOFA o en sus siglas en inglés SWOT, es la sigla usada para referirse a una herramienta analítica que permite trabajar con toda la información que se posee de alguna actividad específica, útil para examinar sus Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y

Amenazas. Esta clase de análisis representa la interacción entre características particulares de una actividad con el entorno que la rodea o donde se desarrolló esta actividad. (Thompson & Strickland, 1985).

Matriz VESTER: La matriz de Vester fue desarrollada por el alemán Frederic Vester, como una técnica que facilita la identificación y determinación de las causas y consecuencias de una situación problemática. Una buena identificación de problemas garantiza el planteamiento de los objetivos en forma clara y precisa, y a su vez, facilita el planteamiento de alternativas a través de proyectos. La ventaja de la Matriz de Vester para identificar problemas ambientales, radica en que aporta los elementos suficientes de relaciones causa-efecto, entre los factores y problemas bajo análisis, y llegar así a la detección de problemas críticos y sus respectivas consecuencias, para determinar cuáles son las causas que requieren mayor atención, y establecer alternativas de corrección, prevención y control. (Universidad Libre, 2008).

Una de las ventajas de utilizar esta técnica es que el hecho de que el grupo de trabajo deba llegar a un acuerdo sobre el valor a asignar a la relación de causalidad, facilita la participación, negociación, el conocimiento mutuo y la preparación de los integrantes para las siguientes etapas. También la técnica permite que todas las opiniones del grupo tiendan a ser expresadas y no solo las de aquellas personas que tienen más personalidad o que se manifiestan más claramente. (Centro de Desarrollo Territorial, 2014).

Metodología

Con el fin de analizar la problemática ambiental que relaciona el manejo inapropiado de los residuos sólidos en el Colegio Boyacá (Tunja-Boyacá), se identificarán las condiciones iniciales de la generación, manejo y disposición final de residuos en esta institución. Para ello se realizará el diagnóstico ambiental que evidenciarán los errores cometidos del manejo y las posibles soluciones, para así concientizar y disminuir la contaminación por residuos sólidos y proyectar beneficios económicos y sociales para la institución.

La figura 2 muestra el proceso metodológico, donde se distinguen 4 pasos fundamentales que conducen a la formulación de estrategias para disminuir y manejar adecuadamente los RS, los cuales pueden ser adoptados por la institución educativa en estudio. Posterior a las estrategias, se derivan productos pedagógicos e informativos, donde se divulgan los resultados obtenidos en este proyecto.

Resultados y Discusión

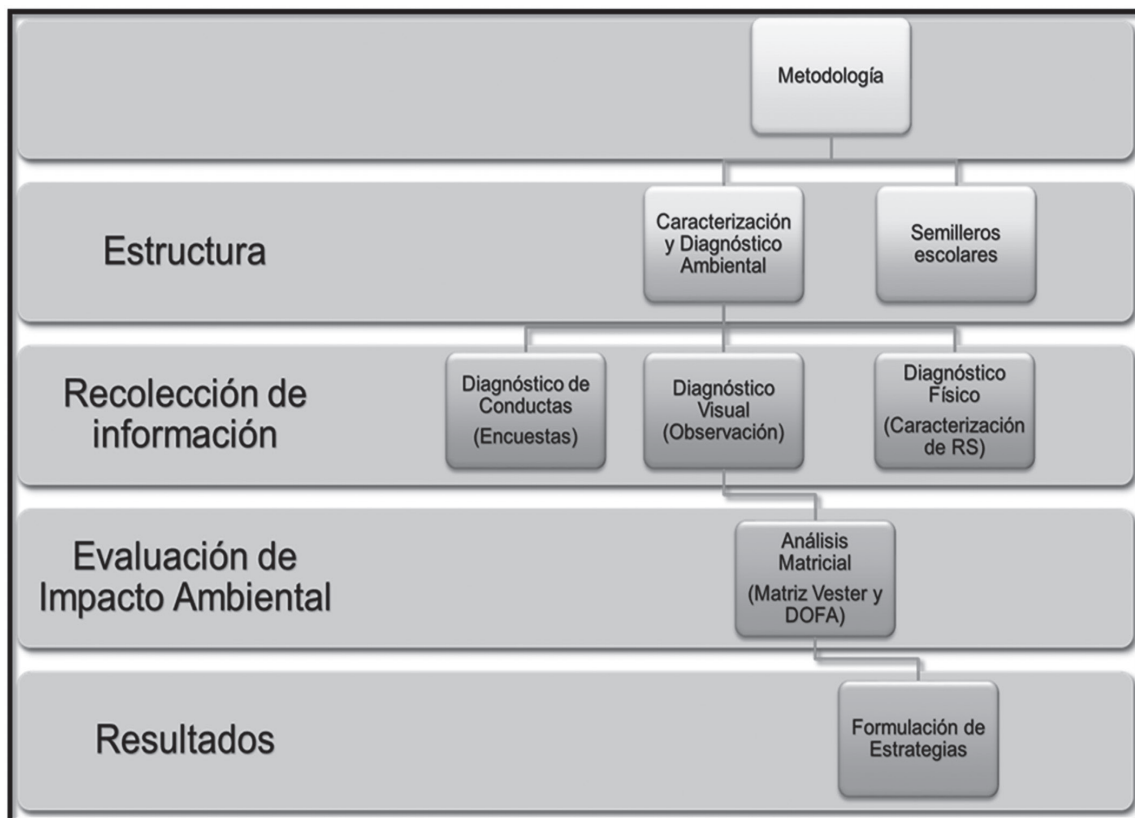


Figura 2. Proceso metodológico empleado para el desarrollo del proyecto.

Fuente: Los autores.

Método del Cuarteo

Este método se aplicó teniendo en cuenta los residuos generados en la semana, por las diferentes

dependencias de la I.E. para poder obtener el estimado de producción de residuos sólidos de manera mensual.

Semana 1

Tabla 2. Registro de pesos RS.

Composición de residuos	Porcentaje %	Peso Kg / día
Papel y cartón	25,2	18,0
Plástico	31,3	22,4
Vidrio	18,2	13,0
Chatarra-Latas	2,2	1,6
Orgánicos	21,3	15,2
Otros	1,8	1,3

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla se registran los porcentajes de pesos obtenidos de la caracterización por cuarteo de los residuos sólidos generados en la I.E.

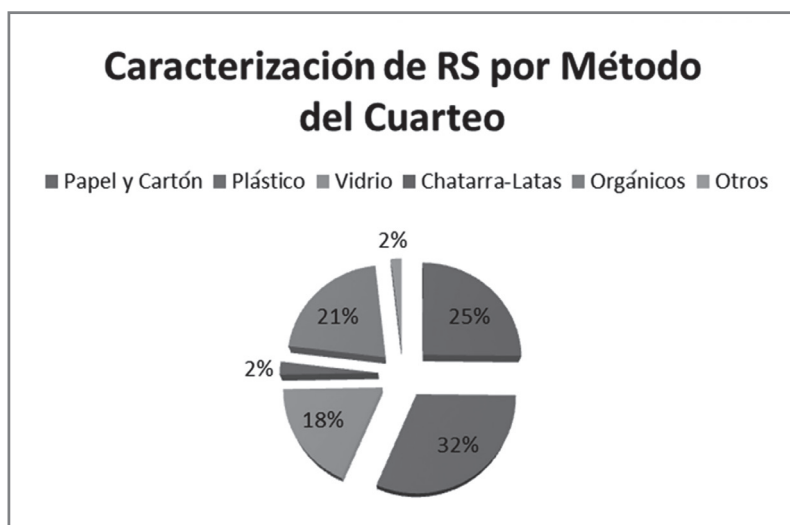


Figura 3. Resultado de caracterización

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 2 y Figura 3 muestran los resultados obtenidos después del proceso de caracterización realizado, donde se especifica el porcentaje de cada tipo de residuo y el peso en kilogramos de cada tipo de residuo por día. Se aprecia que predomina el plástico

con un 32% a diferencia de los residuos clasificados como chatarra-lata que alcanzan un 2% del total de la muestra utilizada, es de notar que tanto los RS de papel-cartón, como los orgánicos se generan en proporciones similares.

Semana 2

Tabla 3. Registro de pesos RS.

Composición de residuos	Porcentaje %	Peso Kg / día
Papel y cartón	26,2	16,8
Plástico	31,7	20,2
Vidrio	18,1	11,6
Chatarra-Latas	0,4	0,2
Orgánicos	22,4	14,3
Otros	1,2	0,8

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla se registran los porcentajes de pesos obtenidos de la caracterización por cuarteo de los residuos sólidos generados en la I.E.z<<s

La Tabla 3 y Figura 4 muestran los resultados obtenidos después del proceso de caracterización realizado, donde se especifica el porcentaje de cada tipo de residuo y el peso en kilogramos de cada tipo de residuo por día, se aprecia que predomina el plástico

con un 32 % a diferencia de los residuos clasificados como chatarra-lata que no se presentaron y casi en una proporción nula los residuos de icopor y madera, clasificados como otros, con un porcentaje total del 1 % del total de la muestra.

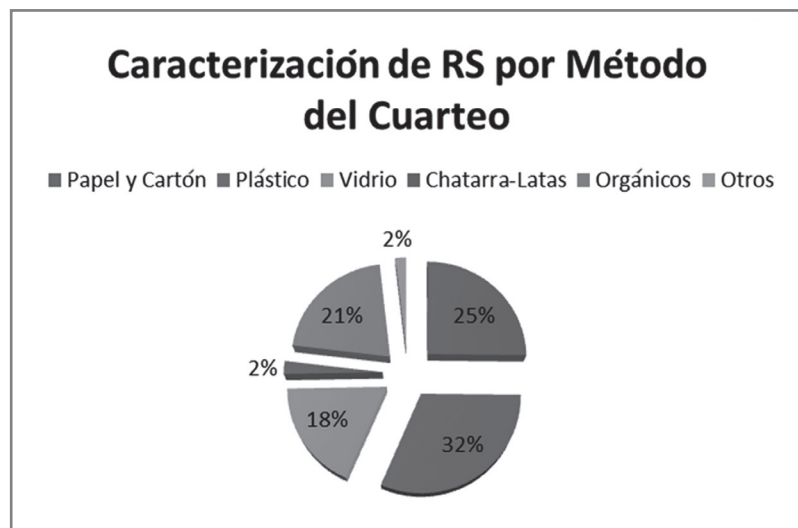


Figura 4. Resultado de caracterización
Fuente: Elaboración Propia

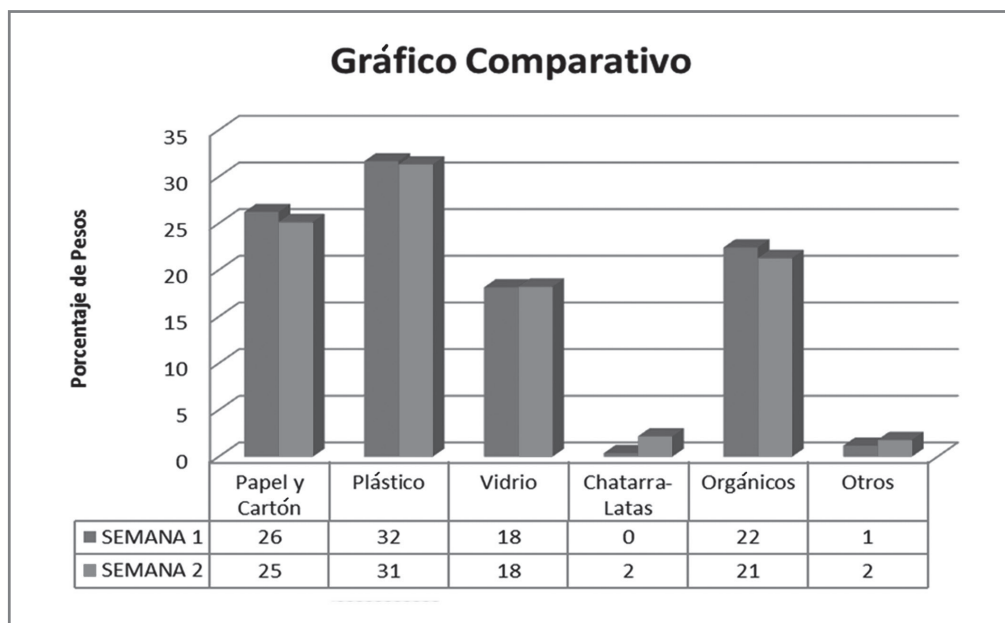


Figura 5. Gráfico comparativo
Fuente: Elaboración Propia

Analizando estos resultados de la caracterización de las dos semanas se puede concluir que los residuos que más se generan, manteniendo la tendencia dentro de la I.E corresponde a los materiales de plástico, sumando un 32 % del total de los desechos. Esto se debe a que en la institución, el consumo de los estudiantes y docentes se hace de productos empacados en este material. Dentro de los salones, se encuentra ubicada una caneca destinada para los residuos ordinarios, con un uso nulo, en cuanto a la diferenciación de características de los RS, lo que imposibilita la reutilización del papel y el cartón que según los resultados obtenidos, representa el segundo residuo sólido más generado. Esta condición se da por la falta de incentivos para los estudiantes, puesto que ellos expresan, que de nada sirve separar, porque el personal encargado del aseo recopila todos los desechos a la hora de recoger, mezclándolos en el recorrido hasta el punto de acopio. Los vidrios suman el 18 % del total de los residuos generados en el colegio. Este tipo de residuos provienen principalmente de los envases de productos líquidos que los estudiantes consumen como merienda a la hora del descanso, como también de las lámparas utilizadas en la I.E. Por otro lado, encontraron los residuos orgánicos con un

porcentaje del 22 % del total de los residuos generados en el colegio. Estos provienen principalmente de las zonas verdes y de la cafetería. A pesar que dentro de la I.E se generan residuos como chatarra, icopor, madera y latas, en la caracterización realizada no se reportan con porcentaje significativo, pues corresponde al 2 % del total de residuos analizados.

Análisis de la Matriz Vester

Para la aplicación de la Matriz Vester se plantearon los problemas más relevantes que se presentan en la I.E. teniendo en cuenta los diferentes aspectos y sectores que de alguna u otra manera tiene inferencia sobre esta en la disposición de residuos sólidos, dichas preguntas parten del diagnóstico y análisis de la observación realizada en campo, de las encuestas aplicadas a estudiantes, docentes y vendedores internos y de la caracterización de los residuos sólidos.

De los resultados de la aplicación de la Matriz Vester se observa que el problema principal en la I.E. radica en que no se tiene una conciencia ambiental referente a la disposición de residuos sólidos, lo cual es corroborado

con el análisis de caracterización, donde no es posible la recuperación de material de RS, generado por la institución para una posterior reutilización o reciclaje, debido a que no se cuenta con una ruta desde la separación en la fuente, transporte y disposición final de los RS generados. El problema principal se genera a raíz de una serie de causas en las que la I.E. está incurriendo como es la falta de compromiso por parte de estudiantes y docentes, no se tiene una motivación constante o dinámica hacia el tema de una debida disposición de los RS y una de las más importantes es el abordaje a la

temática ambiental como transversal en las asignaturas de la I.E. para generar un hábito, el cual sea reflejado en las buenas prácticas de disposición de los RS. Al no darle relevancia a la problemática ambiental que se tiene en la institución, se generan unos efectos negativos que conllevan a no realizar separación en la fuente, inadecuado almacenamiento temporal de los RS, además las zonas comunes como los espacios deportivos y jardines se ven contaminados por la presencia de diferentes residuos que generan paralelamente una contaminación visual y una mala imagen para la I.E.

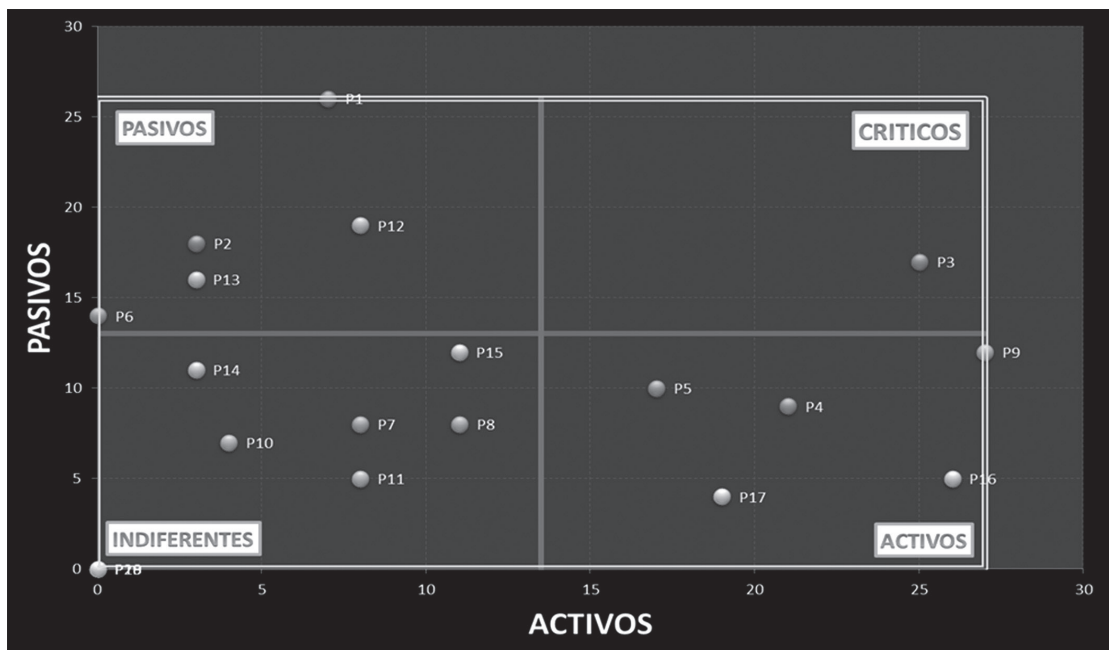


Figura 6. Distribución de problemas según importancia e influencia
Fuente: Elaboración Propia

Matriz DOFA. Estrategias de mejoramiento para el manejo adecuado de los RS.

Matriz DOFA	FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
	<ul style="list-style-type: none"> Se cuentan con puntos ecológicos. Se han hecho programas de sensibilización. Buen servicio de recolección interno de RS. Cuenta con punto de acopio de RS. Disposición de docentes y estudiantes para trabajar en pro de la educación ambiental entorno a los RS. La institución cuenta con un comité ambiental. La I.E. cuenta con un PRAE enfocado a la sensibilización y participación de estudiantes y docentes. Gran porcentaje de los RS son aprovechables. La I.E. está dotada con espacios o zonas verdes. 	<ul style="list-style-type: none"> No se tiene el hábito del reciclaje dentro de la I.E. La transversalización de la educación ambiental en las asignaturas diferentes a las ciencias naturales o ambientales. Consumo excesivo de productos contenidos en material plástico. La recolección y transporte desde los puntos ecológicos hasta la unidad de almacenamiento no se realiza en los contenedores apropiados. No se cuenta con un sitio para el almacenamiento de los de Residuos recuperados en la I.E.
OPORTUNIDADES (O)	FO	DO
<ul style="list-style-type: none"> Eficiente servicio de recolección de RS por parte de la empresa prestadora del servicio de aseo. Posible apoyo de la Secretaria de Educación de Boyacá para programas ambientales de la I.E. Participación de empresas que promueven la recuperación y reciclaje de RS. Cooperación de otras instituciones o entidades para la formación en la educación ambiental enfocada a los RS. Uso de las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) como medios para difusión de los temas relacionados con los RS. 	ESTRATEGIAS	ESTRATEGIAS
	<ul style="list-style-type: none"> Buscar convenios estratégicos, con entidades privadas o públicas, que realicen procesos de reciclaje de residuos sólidos, para fomentar la recuperación de los mismos en la I.E y así establecer una ruta real, desde la generación de los RS, hasta la disposición final de los mismos, que conlleve a beneficios para la I.E. Obtener recursos (económicos, materiales, humanos), para implementar los proyectos y planes estratégicos ambientales, para el manejo de los residuos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar campañas y actividades de sensibilización ambiental en torno al manejo adecuado de los RS en trabajo mancomunado entre las instituciones estatales y privadas con el colegio de Boyacá. Concientizar a la comunidad de la I.E y alrededores en el uso adecuado de los puntos ecológicos y crear varios puntos para depositar los residuos recuperables. Desde cada asignatura, enfocar pequeños proyectos de investigación, que lleven a la participación activa, de todos los docentes y estudiantes, en pro de la formación integral de los mismos y de la dinámica de la educación ambiental.
AMENZAS (A)	FA	DA
<ul style="list-style-type: none"> Indiferencia de la comunidad para abordar el problema de los RS. No hay medidas sancionatorias drásticas. No se cuenta con planta de aprovechamiento de RS. Exposición de los RS a condiciones adversas. Los residuos se mezclan en el origen, a un los peligrosos y los no peligrosos haciendo que pierdan estos su potencial de reciclables. Altos costos para la disposición final de los RS. Variabilidad en los precios de los Residuos recuperados. 	ESTRATEGIAS	ESTRATEGIAS
	<ul style="list-style-type: none"> Complementar el programa definido en el PRAE, con actividades semanales de separación de RS, realizados por estudiantes de diferentes grados, supervisado por docentes de diversas asignaturas, haciendo uso de los recursos, existentes en la I.E. Sensibilizar a los estudiantes, docentes y comerciantes internos y externos, en la importancia de separar los RS en la fuente, para aprovechar el potencial de reciclaje, facilitando el proceso a la entidad que presta el servicio de recolección de RS en la Ciudad, de tal manera que a I.E. sea un modelo sobresaliente en prácticas y conductas asertivas relacionadas con la disposición de los RS ante la comunidad de Tunja. 	<ul style="list-style-type: none"> Formular y aplicar multas pedagógicas, para los integrantes de la comunidad educativa del Colboy, que no aporte al proceso y manejo adecuado de los residuos sólidos. Mejorar el punto de acopio de los residuos sólidos, utilizando contenedores apropiados para disponer de manera temporal y por separado, los residuos reciclables, reutilizables y no reciclables, cubriéndolos de la intemperie, para evitar que se contaminen, adquieran vectores, o pierdan sus características para su posible aprovechamiento.

Productos derivados del Convenio Uniagraria y Colboy

Ponencias

1. IV Jornada de Investigación y Actualización en Ingeniería Civil, 27 de Octubre de 2015.
2. Título de la ponencia: Convenio Ambiental de Boyacá COLBOY Y UNIAGRARIA, para crear cultura y Educación Ambiental.
3. V Encuentro Interno de Semilleros UNIAGRARIA 2016. (23 de septiembre de 2016).

4. Título de la ponencia: Educación Ambiental como herramienta en el Post.conflicto en Colombia.

Taller de capacitación

Se realizó un taller de refuerzo de conceptos, con el ánimo de conocer los hábitos de los estudiantes de 4to primaria, referente al manejo de los RS, donde por medio de actividades participativas, como el dibujo, los estudiantes plasmaron sus conceptos de reciclaje, separación y disposición de residuos sólidos, así mismo se reforzó esos conceptos en trabajo mancomunado con los docentes de UNIAGRARIA, Ricardo Monroy y Efraín Casadiego, de igual manera con la docente coordinadora de la sede San Agustín y los autores del presente trabajo.



Figura 7. Taller de capacitación aplicado a cuarto de primaria de COLBOY.

Programas radiales

- a. Primer programa radial: Se informó a la comunidad de Tunja, la creación del convenio, entre la UNIAGRARIA Y COLBOY, las actividades a desarrollar dentro de este convenio y los partícipes del mismo.
- b. Segundo programa radial: En este segundo espacio, bajo el formato de conversación se establecieron las características del convenio ambiental UNIAGRARIA y COLBOY, el objeto y las actividades del mismo referente a una sola temática ambiental que enmarca el presente trabajo, el cual es el manejo de residuos sólidos.

También se definió la metodología que se iba a aplicar en el sentido de la investigación, la cual se especificó en el capítulo 2 del presente trabajo y los antecedentes referentes al problema de manejo de residuos sólidos en instituciones educativas, los cuales están determinados en el capítulo 1 de éste trabajo.

- c. Tercer programa radial: Para ésta ocasión, a manera de conversación, se informó a la

comunidad tunjana, los resultados obtenidos luego de haber aplicado los instrumentos y llevar a cabo la metodología planteada, donde se discutieron estos temas, alrededor del convenio. Como tema complementario se habló acerca de las diferentes ponencias en diferentes congresos nacionales realizados en Barranquilla, Bogotá y Tunja, a propósito de la educación ambiental como estrategia transversal en las instituciones educativas.



Figura 8. Tercer programa radial en Colboy Estereo.

Conclusiones

1. La Educación ambiental se desarrolla alrededor de procesos continuos, donde el carácter de la participación individual y colectiva de una comunidad hacen que se desarrollen experiencias y valores, adquiriendo conocimientos en torno a las metodologías investigativas, cuya aplicabilidad sea tangible y accesible, sin discriminar la capacidad intelectual o las posibilidades de acción de alguna persona en particular, es decir, la Educación Ambiental puede estar dirigida para cualquier individuo que sienta la motivación de cambiar sus conductas en cuanto al cuidado y protección del medio ambiente. En torno a ello, se implementó una metodología de investigación sencilla y versátil para identificar los aspectos positivos y negativos, del impacto ambiental de los residuos sólidos, en el COLBOY, de la ciudad de Tunja.
2. Las capacitaciones para la sensibilización de los estudiantes, docentes y administrativos del COLBOY deben ser periódicas, haciendo uso del comité ambiental con la que cuenta la institución y donde prevalezca la participación de la comunidad, para identificar con claridad la problemática evidenciada en el análisis matricial DOFA y VESTER.
3. Aunque la percepción de la comunidad estudiantil, frente al aspecto visual del espacio físico, sea favorable y positivo, en temáticas de recolección de residuos, existe claramente una falencia importante en el momento de realizar la disposición de los mismos, ya que no cumplen las especificaciones para su respectivo manejo. Es entonces importante, definir una ruta de recolección de residuos sólidos, que permita su separación adecuada, de tal manera que desde el mismo foco de producción, hasta el

punto de acopio, se garantice dicha separación. De igual manera, es necesario crear una ruta de comercialización de residuos recuperados, que permita un beneficio económico, que sea implementado en actividades que motiven a estudiantes y docentes a seguir con las labores de recuperación.

4. Para obtener mejores resultados en el manejo de los residuos sólidos, es indispensable, la participación activa, responsable y consiente de todos los integrantes de la comunidad educativa, llevando un seguimiento detallado de todos los procesos encaminados a la separación de los RS, donde se facilite el aprovechamiento del potencial de reciclaje, como beneficio ambiental, en torno al buen vivir de la comunidad.

Referencias Bibliográficas

- Acebal, M. (2010). Tesis Doctoral: Conciencia Ambiental y Formación de Maestras y Maestros. Universidad de Málaga.
- García, C. & Galiano, M. (2002). *Conceptos y objetivos de la Educación Ambiental*. Eúphoros, volumen 1 (Nº 5), 125-140.
- Gomera, A (2008). *La conciencia ambiental como herramienta para la educación ambiental: conclusiones y reflexiones de un estudio en el ámbito universitario*. Recuperado de: http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2008_11gomera1_tcm7-141797.pdf
- Martinez, J. (2005). *Guía para la gestión integral de los residuos peligrosos*. Recuperado de www.ccbasilea-crestocolmo.org.uy/wp-content/.../11/gestion_r01_fundamentos.pdf
- Montoya, A (2012). *Caracterización de Residuos Sólidos*. Cuaderno ACTIVA, volumen 1 (No 4), 67-72.
- Pachón, N.A. (2013). Educación Ambiental en el Departamento de Boyacá: Diagnóstico Preliminar. *La educación en el siglo XXI, ser, saber y producir en la incertidumbre y el caos*. Congreso de Investigación y Pedagogía. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Runfola, J. & Gallardo, A. (2009). *Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas*. II Simposio iberoamericano de Ingeniería de residuos. Barranquilla: Universidad de los Andes.
- Thompson, & Strickland. (1985). *Conceptos y Técnicas de la Dirección y Administración Estratégicas*. Estados Unidos: Mc Graw-Hill.

.....

Implementación tecnológica de la metodología para la evaluación del impacto de los proyectos rurales de Uniagraria al campo (FIPRU)

Jorge Mario Coronado Perna¹

coronado.jorge@uniagraria.edu.co

Laura Catalina Tenjo Mateus²

tenjo.laura@uniagraria.edu.co

Francisco Orjuela³

orjuela.francisco@uniagraria.edu.co

Edgar Ricardo Monrroy Vargas⁴

monroy.edgar@uniagraria.edu.co

.....

Resumen

En el presente artículo se encuentra descrita una herramienta tecnológica que posibilita aportar soluciones a la investigación de los impactos de los proyectos rurales de UNIAGRARIA al campo dentro del territorio colombiano. Teniendo en cuenta que no se observan herramientas dirigidas a contribuir adecuadamente con el mejoramiento de las necesidades de la población de las zonas rurales.

Se tomó la iniciativa de basarse en la Metodología FIPRU, la cual es una metodología Metaheurística y ha resultado válida para cada una de las apropiaciones matemáticas empíricas que se han desarrollado en el transcurso de la investigación para que el usuario logre clasificar e interpretar la información obtenida de la manera más adecuada.

Palabras clave: Metodología FIPRU, software, curvas ISOFIPRU.

Abstract

In this article, a technological tool is described that makes it possible to provide solutions to the research of the impacts of rural Uniagraria projects in the countryside within the Colombian territory. Taking into account that there are no tools aimed at contributing adequately to the improvement of the needs of the rural population.

The initiative was based on the FIPRU Methodology, which is a metaheuristic methodology, which has been valid for each of the empirical mathematical appropriations that have been developed in the course of the investigation so that the user can classify and interpret the Information obtained in the most appropriate manner.

Keywords: FIPRU methodology, software, ISOFIPRU curves.

¹ Jorge Mario Coronado Perna., Estudiante Semillero de UNIAGRARIA.

² Laura Catalina Tenjo Mateus., Estudiante Semillero de UNIAGRARIA.

³ Francisco Orjuela., Docente Investigador de UNIAGRARIA.

⁴ Edgar Ricardo Monrroy Vargas., Docente Investigador de UNIAGRARIA.

Introducción

En el presente artículo se encuentra descrita una herramienta tecnológica que posibilita aportar soluciones a la investigación de los impactos de los proyectos rurales de UNIAGRARIA al campo, dentro del territorio colombiano; teniendo en cuenta que no se observan herramientas dirigidas a contribuir adecuadamente con el mejoramiento de las necesidades de la población de las zonas rurales.

Al realizar una investigación previa acerca de la temática de interés, se logra observar que dentro del territorio colombiano, no existe una herramienta en el área de la construcción y la Ingeniería Civil que nos permita sistematizar los datos recopilados dentro de los proyectos rurales de UNIAGRARIA al campo y mucho menos de los proyectos rurales en el país. Teniendo en cuenta lo anterior, los medios de recopilación de la información actuales limitan la recolección de datos, causando así, la pérdida de información, motivo por el cual se ve la necesidad de plantear la generación de un software entrelazado con la metodología Metaheurística (ecuación), como una herramienta visual (mapas) que permitan la generación de curvas ISOFIPRU.

En este orden de ideas, el presente proyecto tiene como propósito reflejar los datos recopilados con anterioridad y así lograr plasmar en mapas de SIG, la información obtenida de cada departamento, donde se ha desarrollado el proyecto de UNIAGRARIA al campo, dando a conocer los resultados reflejados a los cuestionamientos planteados y las posibles soluciones o mecanismos de acción ante las necesidades referenciadas.

De acuerdo con los procesos de implementación del software podemos obtener resultados precisos, eficaces y eficientes al momento de medir el impacto en las zonas rurales del país y un valor acertado de la población afectada en el desarrollo de cada uno de los proyectos rurales y el grado de beneficio de cada proyecto rural.

Descripción del problema

Colombia, con el inicio de la globalización se ha visto ante la necesidad de comercializar con los países vecinos, los productos creados tanto en las zonas rurales, como en las zonas urbanas. Por esta razón, las zonas consideradas rurales en el territorio presentan como necesidad primordial, el estar conectadas de la mejor manera posible con las grandes ciudades; es decir, deben contar con una infraestructura vial acorde con las necesidades que la economía del país requiera. Como dice Monroy. R, Orjuela, F, Obando. J, Valdés. D, Vivas. M, (2016), “Usualmente, el sector agrícola ha tenido una gran significancia para la economía colombiana, teniendo en cuenta su contribución al PIB, al empleo y a las exportaciones.”

El problema base nace con la no existencia de una metodología acorde con las necesidades de la población, pues a pesar de la existencia de la metodología FIPRU, no se utiliza y hay una inexistencia de herramientas tecnológicas que apoyen el cálculo de los resultados generados en los proyectos de UNIAGRARIA al campo. Es

necesario entonces generar una herramienta que permita evaluar la población afectada y los efectos del programa, por la ejecución de los proyectos, principalmente en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca, ya que estos dos son los que presentan una mayor cantidad de proyectos ejecutados, a través del transcurso del programa de UNIAGRARIA al campo.

En este orden de ideas y en vista de aportar al campo de la ingeniería y a las áreas de la construcción colombiana, se busca generar una herramienta que posibilite optimizar los procesos en los proyectos de construcción. Nace así, un software dirigido a la implementación tecnológica de la metodología para la evaluación del impacto de los proyectos rurales de UNIAGRARIA al campo (FIPRU), de acuerdo con la necesidad de medir cuantitativamente el impacto de los proyectos rurales desarrollados por UNIAGRARIA al campo, en cada uno de las regiones del país. Una herramienta oportuna que llega a ser la implementación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y los sistemas de información geográfica (SIG), en los procesos de construcción. Por lo cual, necesariamente

este software debe permitir la medición del FIPRU de la manera más adecuada, eficiente y eficaz posible y a su vez, caracterizarse por ser amigable para el usuario, independientemente de su profesión y la relación que este tenga con el gremio de la construcción.

Marco Teórico

Al interior del marco conceptual se encuentran descritos de forma breve y concisa los conceptos que sustentaron las bases del presente proyecto, encontrando en su interior programas como: ArcGIS y JAVA que serán los fundamentales para poder llevar a cabo el propósito principal del software: La implementación tecnológica de la metodología para la evaluación de los proyectos rurales de UNIAGRARIA al campo (FIPRU).

Sistemas de información geográfica

En los últimos años, se ha observado la creación e implementación y constante propagación de las tecnologías abiertas aplicadas a sectores y disciplinas de diversa índole. Un sistema de información geográfica (también conocido con los acrónimos SIG en español o GIS en inglés). Langlé, Rubén (2010) dice, “es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real.” Dichos datos están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

La tecnología de los SIG puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, la gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por nombrar unos pocos. Por ejemplo, un SIG

podría permitir a los grupos de emergencia calcular fácilmente los tiempos de respuesta, en caso de un desastre natural o encontrar los humedales que necesitan protección contra la contaminación, o pueden ser utilizados por una empresa para ubicar un nuevo negocio y aprovechar las ventajas de una zona de mercado con escasa competencia.

ARCGIS

ESRI Colombia (2016) dice: ArcGIS es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como ArcGIS Server, para la publicación y gestión web, o ArcGIS Móvil para la captura y gestión de información en campo.

JAVA

Oracle Corporation (2016) dice: “Java es una tecnología que se usa para el desarrollo de aplicaciones que convierten a la web en un elemento más interesante y útil. Java no es lo mismo que JavaScript, que se trata de una tecnología sencilla que se usa para crear páginas web y solamente se ejecuta en el explorador.” Java es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible. Su intención es permitir que los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo, conocido en inglés como WORA, o “Write once, run anywhere”, lo que quiere decir que el código que es ejecutado en una plataforma no tiene que ser recopilado para correr en otra. El lenguaje Java se creó con cinco objetivos principales:

- a. Debería usar el paradigma de la programación orientada a objetos.
- b. Debería permitir la ejecución de un mismo programa en múltiples sistemas operativos.
- c. Debería incluir por defecto soporte para trabajo en red.

- d. Debería diseñarse para ejecutar código en sistemas remotos de forma segura.
- e. Debería ser fácil de usar y tomar lo mejor de otros lenguajes orientados a objetos, como C++.

Metodología

Al interior de este apartado se ve plasmada la metodología en la que se basa el autor para el desarrollo del proyecto, el cual por medio del método expresado en el desarrollo e implementación de la metodología FIPRU, nace la posibilidad de implementar una metodología de carácter tecnológico que permita tener aspectos novedosos en la formulación, nuevas relaciones, nuevas variables que lleven a enriquecer el proyecto, y a su vez enriquecer el campo de la tecnología y la ciencia en UNIAGRARIA. Como dice Espinosa, Ciro (2010) “el conocimiento tecnológico se logra por la investigación tecnológica que ensaya posibles comportamiento futuros del objeto.”

En este orden de ideas, Espinosa, Ciro (2010) dice “Las Tics usan a la electrónica como tecnología base y agrupa a las tecnologías de telecomunicaciones, informática y audiovisual. “Se plantea la creación y formulación de algoritmos que nos permita darle solución a la problemática, específicamente en el desarrollo del software es utilizada para darle un resultado al FIPRU, teniendo en cuenta que los valores solicitados por esta ecuación son de carácter cuantitativo.

Teniendo en cuenta lo mencionado con anterioridad, el FIPRU hace alusión a una metodología de carácter Metaheurístico interpretada por cualquier persona y en la cual tenemos varias variables que son necesarias contemplar para el desarrollo apropiado de la ecuación. (Monroy. R, Orjuela, F, Obando. J, Valdés. D, Vivas. M. (2016), dicen: “ En Ingeniería es fundamental poder asignar valores numéricos, en la medida que su interpretación puede ser clasificada para mejor valoración e interpretación por parte de cualquier persona”.

Resultados y Discusión

Para el desarrollo del proyecto de grado se plantea la creación e implementación de un software en primera instancia que permita cuantificar valores que hasta el momento no se han podido medir o darles un valor exacto.

Esto se plantea, siguiendo claramente la metodología FIPRU, para que así podamos identificar y calificar la escala en la que se encuentran los proyectos ya existentes del proyecto de proyección social de UNIAGRARIA al Campo que se ha venido desarrollando en las diferentes regiones del país, a partir del año 2010 y a su vez sea una forma más clara de evaluar los proyectos a realizar en un futuro no lejano con el proyecto de UNIAGRARIA al Campo.

Seguido del programa se plantea la interacción e interconexión de este con la digitalización por medio de mapas de Sistemas de Información Geográfica, SIG de las zonas en las que se encuentra activo el proyecto de UNIAGRARIA al Campo y del que tenemos información verídica y eficaz; y así en un futuro obtener por medio de los datos tabulados y las curvas que nos arroja el programa de ArcGIS, los posibles resultados al realizar un nuevo proyecto en alguna de las zonas cercanas o que se encuentren en el perímetro, de los proyectos que se han realizado anteriormente. Para la creación del software no se cuenta con un apoyo económico, es decir que todo saldrá de la gestión y el aprovechamiento del tiempo de los estudiantes y los tutores encargados del proyecto.

Al poner en desarrollo el software de La implementación tecnológica de la metodología para la evaluación de los proyectos rurales de UNIAGRARIA al campo (FIPRU), este posibilita poner en práctica el desarrollo de los cálculos del FIPRU en los proyectos rurales de UNIAGRARIA al Campo en el país, haciendo eficaz y grata la interacción del usuario con el software. Lo cual lleva a concluir que este proyecto y software se desarrolla para la ayuda, desarrollo y mejor entendimiento de los estudiantes, docentes y profesionales de la carrera de Ingeniería Civil y los que son ajenos a esta rama, ya que se sabe que las variables que se utilizaran aquí son de fácil adquisición en cualquier proyecto de zona rural para su mejoramiento. Con este programa se quiere también dar a conocer la forma de cómo se convertirán las variables que en su momento son cualitativas a variables cuantitativas, de esta forma sabremos en qué medida, cómo afecta o ayuda a la zona impactada, si funciona el mejoramiento que se le planteó y si afecta o no a la población, entre otros factores.

Como resultado se obtiene un software que nos permitirá desarrollar adecuadamente cada uno de los objetivos planteados en el desarrollo de este proyecto. Las personas al utilizar el software van a poder desarrollar de

manera didáctica y mucho más rápida, el análisis de los datos que se han recopilado con anterioridad en cada uno de los proyectos ejecutados por UNIAGRARIA al Campo en el ámbito rural, pero para que esto se haga realidad, el usuario a la hora de utilizar el programa, debe seguir los pasos que en el manual del programa se especifican. Adicional a esto debe tener la información completa

del proyecto a ejecutar, para que así, se pueda hacer una simulación exacta del valor del FIPRU del proyecto rural y lograr crearlo e instalarlo, dentro del mapa de ArcGIS con el que trabaja directamente el software y que posteriormente pueda unirse a las curvas ISO-FIPRU que ya existen o el usuario desea generar, tal como se presenta en el trabajo doctoral Monroy V (2010).

UNIAGRARIA LA U VERDE DE COLOMBIA

UNIAGRARIA AL CAMPO

IMPLEMENTACIÓN TECNOLÓGICA DE LA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LOS PROYECTOS RURALES DE UNIAGRARIA AL CAMPO (FIPRU)

Ingrese los datos para calcular el FIPRU, recuerde que son valores entre 0 y 1.

Nombre del Proyecto: Persona que desarrolla el Proyecto:

FL - Factor de Legalidad: PS- Pertinencia Social:

FF - Factor de Finalidad: FR- Reproductividad:

FE - Factor de Efectividad: Departamento: Antioquia ▼

PFP- Pertinencia Política Pública: -Seleccione una opción- ▼ Municipio: Medellín ▼

Habitantes:

Calcular FIPRU

Figura 1. Tomada directamente por el autor en donde se demuestra el aspecto final del software.

Referencias

ESRI Colombia ARCGIS. (2016). Recuperado de: <http://www.arcgis.com/features/index.html>.

Ciro, E. (2010) *Metodología de Investigación Tecnológica*. Perú.

Colombia, UNIAGRARIA (2016) *Modelo Sistema para la Evaluación de los Proyectos rurales de Uniagraria al campo*. Bogotá: Monroy, R, Orjuela, F; Obando, J, Valdés, D, Vivas, M.

Monroy, R. (2009) *Modelo Sistémico para la Evaluación del Impacto Ambiental a nivel de Cuenca*. Bogotá: Tesis Doctoral.

Monroy, R (2010). Modelo sistémico para la evaluación del Impacto ambiental a nivel de Cuenca. [versión electrónica] Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/280713684_MODELO_SISTMICO_PARA_LA_EVALUACION_DEL_IMPACTO_AMBIENTAL_A_NIVEL_DE_CUENCA.

Langl., R. (2010) ¿Qué es un SIG? Extraído el 19 de septiembre, 2016, de: <https://langlerrubens.wordpress.com/%C2%BFque-es-un-sig/>.

Oracle Corporation. (2016) ¿Qué es el JAVA? Extraído el 19 de septiembre, 2016, de: https://www.java.com/es/about/whatis_java.jsp

JORNADAS DE
INVESTIGACIÓN Y
ACTUALIZACIÓN
INGENIERÍA CIVIL

Fundación Universitaria Agraria de Colombia -UNIAGRARIA-

ISSN: 2462-8247

Julio 2016

El Uso de Invernaderos Sostenibles como Sistema Ambiental para Cultivar ·Efraín Casadiego-Quintero, Maritza Rórez Gutiérrez·	7
Comparación de un curado adecuado del concreto normal entre antisol, humedecimiento constante y especímenes sin curar ·Oscar Vladimir Ruiz Suárez, Daniela Burgos Calderón·	15
Definición de un modelo para la estimación del índice de calidad ambiental (ICA) a partir del sistema de indicadores simples desarrollados para los municipios del departamento de Nariño ·Francisco A. Orjuela C., Edgar Ricardo Monroy Vargas·	25
El desarrollo del pensamiento crítico en la educación superior, utilizando como estrategia innovadora, el aprendizaje basado en proyectos ·Henry Yecid Bustos Castañeda·	31
La cultura ambiental y la investigación: una llave para mitigar los efectos del cambio climático ·Edgar R. Monroy V., Vanessa Rodríguez R.·	43
Proceso de licitación en Colombia ·Angélica Patricia Rincón O., Leonardo Mora M.·	49
Sistema general de regalías (SGR) en Colombia ·Cristian Camilo Castilla Arias·	55
Evaluación de impacto ambiental (EIA) ·Ericka Andrea Méndez Reyes, Jorge Luis García Laguna·	61
Estrategias para incentivar la cultura y educación ambiental de los estudiantes del colegio de Boyacá (COLBOY) de la ciudad de Tunja, en convenio ambiental con (UNIAGRARIA) ·David Ricardo Gil Leguizamón, Juan Carlos Gómez Zabala, Ricardo Monroy Vargas·	69
Implementación tecnológica de la metodología para la evaluación del impacto de los proyectos rurales de Uniagraria al campo (FIPRU) ·Jorge Mario Coronado Perna, Laura Catalina Tenjo Mateus, Francisco Orjuela, Edgar Ricardo Monroy Vargas·	83

