

Memorias del Seminario Nacional de Gestión Ambiental Urbana y Control de la Contaminación

Número II.

Arquitectura y ciudad sostenible.

Alfredo Arrieta Príncipe

Freddy Augusto Santiago Molina

Juan Pablo Rodríguez Miranda

Compiladores



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



COLECCIÓN
TIERRA
Y VIDA

Memorias del Seminario Nacional de Gestión Ambiental Urbana y Control de la Contaminación.

Número II.

Arquitectura y ciudad sostenible.

Memorias del Seminario Nacional de Gestión Ambiental Urbana y Control de la Contaminación.

Número II.

Arquitectura y ciudad sostenible.

Alfredo Arrieta Príncipe
Freddy Augusto Santiago Molina
Juan Pablo Rodríguez Miranda
Compiladores



COLECCIÓN
**TIERRA
Y VIDA**



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

UD
Editorial



COLECCIÓN
**TIERRA
Y VIDA**

© Universidad Distrital Francisco José de Caldas
© Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico
© Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales
© Alfredo Arrieta Príncipe (compilador)
© Freddy Augusto Santiago Molina (compilador)
© Juan Pablo Rodríguez Miranda (compilador)
Periodicidad: anual
Primera edición, Bogotá, D. C., agosto de 2019
ISSN: 2665-6191 (En línea)

Dirección Sección de Publicaciones
Rubén Eliécer Carvajalino C.

Coordinación editorial
Edwin Pardo Salazar

Corrección de estilo
Edwin Pardo Salazar

Diagramación y montaje de cubierta
Astrid Prieto Castillo

Editorial UD
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Carrera 24 No. 34-37
Teléfono: 3239300 ext. 6202
Correo electrónico: publicaciones@udistrital.edu.co

Todos los derechos reservados.
Esta obra no puede ser reproducida sin el permiso previo escrito de la
Sección de Publicaciones de la Universidad Distrital.
Hecho en Colombia

Contenido

Presentación	11
Instalación del evento	13
Saludo de bienvenida	15
Adsorción de contaminantes metálicos plomo y níquel desde solución acuosa utilizando aerogeles de carbón	17
Resumen	17
Introducción	18
Metodología	18
Resultados	19
Conclusiones	19
Referencias	20
Retos y contribuciones de la academia para una arquitectura y un urbanismo sostenibles	21
Resumen	21
Aproximación al estado actual	21
Avances hacia la sostenibilidad de las ciudades	23
El rol de la academia: una reflexión final	27
Referencias	28
Formulación de lineamientos de intervención en el área del saneamiento básico de ZVNT y PTN	31
Resumen	31
Introducción	31
Conclusiones	33
Referencias	33

La gestión social, componente fundamental en el desarrollo académico del proceso de diseño	35
Crecimiento urbano y movilidad en ciudades costeras colombianas: Caso Barranquilla	37
Desarrollo de acuicultura como estrategia de sostenibilidad para manejo de peces ornamentales en Colombia, caso Orinoquia	39
Resumen	39
Introducción	39
Metodología	40
Resultados	40
Conclusiones	41
Referencias	42
Calidad de los lodos de coagulación de agua cruda tratada con moringa oleífera	43
Resumen	43
Problema, objetivos y metodología aplicada	43
Resultados	44
Conclusión	45
Referencias	45
Relación entre el uso del suelo y la economía en el departamento de Córdoba	47
Resumen	47
Problema, objetivo y metodología	47
Resultados y conclusiones	48
Referencias	50
Capacidad biorremediadora de los hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Pleurotus pulmonarius</i> en suelos contaminados con gasolina	53
Resumen	53
Introducción	54
Objetivo	54
Metodología	54
Resultados	55
Conclusiones	56
Referencias	56

Exportación de metales asociados a sólidos suspendidos en el río Oka (España), periodo 2009–2012	57
Resumen	57
Introducción	57
Objetivo	58
Metodología	58
Resultados	59
Conclusiones	60
Referencias	60
Patrones de variabilidad climática, caso de estudio río Magdalena	61
Resumen	61
Introducción	62
Problema	62
Referencias	63
Riesgo ambiental asociado a metales en sedimentos de los ríos Tucuy, Maracas y Calenturitas – Cesar	65
Resumen	65
Introducción	66
Objetivo	67
Metodología	67
Resultados esperados	67
Referencias	68
Variabilidad climática: aplicaciones en un contexto tropical	69
Resumen	69
Introducción	69
Materiales y métodos	71
Resultados y discusión	71
Conclusión	73
Referencias	74
Uso de los agregados de concreto reciclado, en pavimentos flexibles	77
Resumen	77
Problema	77
Resultados	78
Conclusión	79
Referencias	79
Residuos de concreto hidráulico, una alternativa hacia la sostenibilidad	81
Resumen	81
Problema, objetivos y metodología aplicada	82
Resultados	82

Conclusión	84
Referencias	84
Smart Cities, una necesidad para Colombia	85
Resumen	85
Introducción	85
Resultados	86
Conclusiones	87
Referencias	88
Necrosis celular inducida en el retamo espinoso a través de criogenización e infección	89
Resumen	89
Introducción	89
Metodología	90
Referencias	91
La gestión integrada del recurso hídrico	93
Referencias	97
Gestión ambiental: aplicaciones en una ciudad sostenible	99
Resumen	99
Introducción	99
Materiales y métodos	100
Resultados y discusión	100
Conclusión	101
Referencias bibliográficas	101

Presentación

Los días 2 y 3 de noviembre de 2017, bajo el nombre *Arquitectura y ciudad sostenible*, se llevó a cabo, en las instalaciones de la Universidad Autónoma del Caribe de Barranquilla, el *VIII Congreso Internacional del Programa de Arquitectura y el II Seminario Nacional de Gestión Ambiental Urbana y Control de la Contaminación*, cuya organización convocó el esfuerzo conjunto del Grupo de Investigación Arquitectura Bioclimática de la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad Autónoma del Caribe y del Grupo de Investigación AQUAFORMAT de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, ambos integrantes de la *Red Académica de Investigación en Control de Contaminación y Gestión Ambiental Urbana* (RAICGA), creada en mayo de 2016 entre universidades de todo el país y representantes del sector privado.

Con la presencia de alrededor 250 asistentes, entre investigadores, invitados especiales, docentes y estudiantes de más de 20 universidades de todo el país, el *VIII Congreso Internacional del Programa de Arquitectura y el II Seminario Nacional de Gestión Ambiental Urbana y Control de la Contaminación, Arquitectura y ciudad sostenible*, permitió escuchar e intercambiar conocimientos, el primer día, con exposiciones magistrales de investigadores nacionales e internacionales en diseño, urbanismo, gestión ambiental y control de la contaminación, y, el segundo día, en el encuentro de semilleros de investigación dedicados a las mismas temáticas.

Se contó con la participación activa de estudiantes, profesores e investigadores de las universidades Popular del Cesar, de Valledupar, Unidades Tecnológicas de Bucaramanga, Santo Tomás de Bogotá y Bucaramanga, UNISANGIL de Yopal (Casanare), de Sucre, de Sincelejo, del Atlántico, del Norte y de la Costa (CUC) de Barraquilla, Autónoma del Caribe y Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá.

La gestión ambiental tiene, dentro de sus aspectos más críticos, la prevención y el control de la contaminación, además, en la búsqueda de ciudades sostenibles, esta tarea es una impostergable decisión si se tiene en cuenta que las áreas urbanas son las generadoras de la mayor parte de la contaminación del planeta: *la arquitectura y la*

ciudad sostenible requieren de estrategias colaborativas de la academia —como investigadora—, las asociaciones especializadas —como promotoras de la sustentabilidad ambiental— y el sector productivo —como principal agente de la problemática—.

El papel fundamental de la academia en este campo se centraría en apoyar la búsqueda de gobernabilidad ambiental en cabeza del Estado, fortalecer la investigación ambiental aplicada en colaboración con el sector productivo y concientizar al colectivo social en recuperar un modelo de consumo racional; hacia ello apuntan los propósitos de la *Red Académica de Investigación en Control de Contaminación y Gestión Ambiental Urbana* (RAICGA).

A partir de 2017, la RAICGA se propuso realizar sus actividades con un enfoque multidisciplinario e interinstitucional para alcanzar los propósitos de contribuir al estudio de los temas alrededor del desarrollo sostenible y la gestión ambiental, lo cual se reflejó en las conferencias y exposiciones que se presentaron en los días del evento.

El grupo de investigación *Arquitectura Bioclimática* de la Universidad Autónoma del Caribe y el grupo de Investigación *AQUAFORMAT* de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, reiteran sus agradecimientos al Observatorio de Renovación Urbana (ORU) y al equipo logístico de la Universidad Autónoma del Caribe, a ACODAL Seccional Caribe, a los empresarios miembros de la RAICGA, a los invitados especiales y a los grupos de investigación de las universidades pertenecientes a la red, por el invaluable apoyo que nos brindaron para la realización de este encuentro.

Alfredo Arrieta Príncipe

Mg. Arquitecto

Director del programa de Arquitectura de la Universidad Autónoma del Caribe

Juan Pablo Rodríguez Miranda

PhD. Ingeniero Sanitario

Director del grupo de investigación AQUAFORMAT de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Freddy A. Santiago Molina

Mg. Arquitecto

Consultor y docente. Integrante del grupo de investigación Arquitectura Bioclimática de la Universidad Autónoma del Caribe

Instalación del evento

DRA. LUZ STELLA LÓPEZ¹

Hace casi cinco años y medio, la Autónoma tuvo el honor de ser sede nacional de un *taller* convocado por el Departamento Nacional de Planeación, la Sociedad Colombiana de Arquitectos, el Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares y la Asociación Colombiana de Facultades de Arquitectura (ACFA), en el que se pretendía realizar un intercambio de información y experiencias entre profesionales de la arquitectura y el desarrollo urbano para incorporarlas en la formulación de la política nacional en urbanismo y construcción sostenible.

Este espacio de discusión hacía parte del inicio de la formulación de la estrategia nacional *Vivienda y Ciudades Amables*, en uno de cuyos componentes se determinó “definir lineamientos de política sobre construcción y urbanismo sostenible, que incluya el acompañamiento a las entidades territoriales para el desarrollo de incentivos locales, la definición de estándares de diseño y construcción para el uso eficiente de los recursos, el desarrollo del Sello Ambiental Colombiano para Edificaciones y la implementación de hipotecas verdes, entre otros”

Hoy y mañana, bajo el nombre ***Arquitectura y ciudad sostenible***, estamos realizando el *VIII Congreso Internacional del Programa de Arquitectura* y el *II Seminario Nacional de Gestión Ambiental Urbana y Control de la Contaminación*, en cuya organización hemos comprometido los esfuerzos de nuestra Universidad Autónoma del Caribe, representada por el Grupo de Investigación *Arquitectura Bioclimática* de la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño, y de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, representada por el Grupo de Investigación *AQUAFORMAT*, ambos ubicados en las más altas clasificaciones de Colciencias e integrantes de la *Red Académica de Investigación en Control de Contaminación y Gestión Ambiental*

1 Vicerrectora de Docencia de la Universidad Autónoma del Caribe.

Urbana (RAICGA), organización en proceso de consolidación desde 2016 entre más de 15 universidades y representantes del sector privado a la que auguramos prometedor futuro.

Contaremos con las exposiciones magistrales de investigadores nacionales e internacionales en diseño, urbanismo, gestión ambiental y control de la contaminación. Estaremos realizando el encuentro de semilleros e investigadores en las temáticas mencionadas, representados por estudiantes y profesores de las distintas universidades que nos acompañan en este evento..

El control de la contaminación es uno de los aspectos más críticos y relevantes de la gestión ambiental urbana, por cuanto para nadie es un secreto que nuestras ciudades son las generadoras de casi toda la contaminación del planeta, por lo cual una estrategia como *Vivienda y Ciudades Amables*, requiere del esfuerzo conjunto de la academia (como investigadora), las asociaciones que impulsan la temática y el compromiso del sector privado como principal agente de la problemática.

Los factores sociales, económicos y políticos, entre las cuales destacan el crecimiento demográfico, las actividades económicas y los insostenibles modelos de consumo, cada vez condicionan y producen en mayor medida un conjunto de presiones sobre el medio ambiente: según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, desde 1987 la población mundial ha crecido casi un 34% y el comercio internacional ha aumentado 2,6 veces. Este crecimiento económico ha llevado a que la *huella ecológica* (porción de tierra de que dispone cada persona del planeta para satisfacer sus necesidades totales) se haya “encogido” de las 7,91 HA/hab con que se contaba en 1900, a las 2,02 HA/hab que se calculaban para 2005. Nos preguntamos cuánto más se habrá disminuido casi 15 años después.

Llamar la atención de gobernantes, de industriales y del colectivo social en general (de cuyo modelo de consumo irracional se deriva buena parte del deterioro ambiental) con investigaciones serias, es el papel fundamental de la academia, por lo cual aplaudimos esta unión entre nuestras universidades que, lideradas por la Distrital de Bogotá y la Autónoma, a través de sus grupos de investigación *AQUAFORMAT* y *Arquitectura Bioclimática*, han tenido la plausible idea de multiplicar sus capacidades individuales asumiendo las riendas para la consolidación de la investigación académica a través de la Red Académica de Investigación en Control de Contaminación y Gestión Ambiental Urbana (*RAICGA*), iniciativa cuyo futuro es prometedor en tanto se soporta en la unión de esfuerzos interinstitucionales.

Bienvenidos y éxito en sus deliberaciones.

Saludo de bienvenida

ALFREDO ARRIETA PRÍNCIPE¹

Para el Programa de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad Autónoma del Caribe y su Grupo de Investigación *Arquitectura Bioclimática*, la organización de este Congreso *Arquitectura y Ciudad Sostenible*, en 2017, ha resultado de especial significancia.

Este año, con el concurso del Grupo de Investigación *AQUAFORMAT* de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá y las demás universidades invitadas y miembros de la *Red Académica de Investigación en Control de Contaminación y Gestión Ambiental Urbana -RAICGA-* le hemos dado un giro hacia la interdisciplinariedad con enfoques asociados a la gestión ambiental, por lo cual, este año, el evento *Arquitectura y Ciudad Sostenible*, nos congrega alrededor del *VIII Congreso Internacional del Programa de Arquitectura*, y el *II Seminario Nacional de Gestión Ambiental Urbana y Control de la Contaminación*.

También hemos logrado la masiva asistencia de ustedes, profesores, estudiantes e investigadores, lo cual augura el éxito de las deliberaciones sobre diseño arquitectónico, urbanismo, gestión ambiental y control de la contaminación, ejes de la arquitectura y la ciudad sostenible.

Bajo el nombre *Arquitectura y Ciudad Sostenible*, con este *VIII Congreso Internacional del Programa de Arquitectura y II Seminario Nacional de Gestión Ambiental Urbana y Control de la Contaminación*, esperamos consolidar el trabajo académico conjunto y el de los Grupos de Investigación de las universidades presentes y las que, estamos seguros, se incorporarán en un futuro no muy lejano a la

1 Especialista en Planeación Urbana y Regional, Magister en Manejo Integrado Costero. Director del Programa de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad Autónoma del Caribe

alianza que significa la *Red Académica de Investigación en Control de Contaminación y Gestión Ambiental Urbana (RAICGA)*.

Les damos la bienvenida a esta, la Autónoma, la Universidad del Caribe, la universidad de todos.

Adsorción de contaminantes metálicos plomo y níquel desde solución acuosa utilizando aerogeles de carbón

JORGE L. ÁLVAREZ¹
MARLON J. BASTIDAS²
LILIANA GIRALDO³
JUAN C. MORENO⁴
PAOLA RODRÍGUEZ⁵

Resumen

Se prepararon aerogeles de carbono a partir de resorcinol/formaldehído (R/F) y pirogalol/formaldehído (P/F), disueltos en agua, con carbonato de sodio como catalizador, se intercambia el agua con acetona y se carboniza a 900 °C en atmósfera de N₂, y activados con CO₂. Se caracterizaron por adsorción de nitrógeno a -196 °C, análisis termogravimétrico, microscopía electrónica de barrido y titulación ácido-base.

-
- 1 Departamento de Ciencias Agroindustriales, Universidad Popular Del Cesar, Valledupar, Cesar, Colombia
 - 2 Facultad de Ingeniería, Grupo DESTACAR, Universidad de La Guajira, km 5 via a Maicao, Riohacha, Colombia
 - 3 Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Cra 30 45-03, Bogotá, Colombia
 - 4 Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Grupo de Sólidos Porosos y Calorimetría, Universidad de los Andes, Carrera 1 N° 18^a-10, Bogotá, Código postal: 11001000, Colombia
 - 5 Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Grupo de Sólidos Porosos y Calorimetría, Universidad de los Andes, Carrera 1 N° 18^a-10, Bogotá, Código postal: 11001000, Colombia

La adsorción de metales Pb(II) y Ni(II) se evaluó con isothermas desde solución simple. Los sólidos obtenidos con R/F y tratamiento térmico presentaron mayor adsorción de metales.

Palabras clave: aerogeles, adsorción de metales, resorcinol/formaldehído, secado supercrítico.

Introducción

Los vertimientos industriales en aire, suelos y aguas generan contaminación ambiental por su contenido de sustancias con carácter tóxico, en concentraciones relativamente bajas, tales como metales pesados, bioacumulables tanto en microorganismos como en tejidos vegetales y animales que afectan los ecosistemas y ponen en riesgo la salud y vida de las personas (Rouquerol, 2014).

En este trabajo se estudia la remoción en solución acuosa de iones metálicos de plomo y níquel por medio de aerogeles orgánicos de resorcinol/formaldehído y pirogalol/formaldehído. Los materiales se caracterizan textural y químicamente. La adsorción de metales desde solución acuosa con contaminación simulada se evaluó mediante la determinación de isothermas en solución simple.

Metodología

La preparación de los aerogeles de carbón se lleva a cabo a partir de mezclas de Resorcinol y Formaldehído (R/F=0.5) mediante la utilización de carbonato de sodio como catalizador a dos relaciones diferentes (R/C=50 y 1500) en solución acuosa (Pekala, 1991). Las mezclas se someten a un programa de temperatura, para lograr la gelificación y el curado. El secado con CO₂ supercrítico se realiza a 31 °C y 74 bar.

El análisis termogravimétrico (TGA) se llevó a cabo a los geles orgánicos para determinar las condiciones de carbonización posteriores. Posteriormente los geles son carbonizados en un horno tubular en atmósfera de nitrógeno. Una vez obtenido el carbonizado se activa en horno tubular en atmósfera de CO₂. Otra muestra del precursor se obtendrá cambiando el formaldehído por pirogalol. Se preparan 5 soluciones de concentración conocida (20 a 100 mg/L). Se colocaron 50 mL de las soluciones de plomo y níquel, en un frasco de 100 mL. Luego se agregan 0,5 g del sólido a la solución y se dejaron en reposo por 100 horas hasta que se alcanzó el equilibrio, agitando y manteniendo la temperatura constante en 25 °C. Se filtra la solución para remover el sólido y se determina la concentración en equilibrio.

Resultados

Notaciones: Ae=Aerogel orgánico de partida; CAe = Aerogel Carbonizado; AcAe=Aerogel Activado;

RF=Resorcinol-Formaldeido; PF=Pirogalol-Formaldehido.

Los geles orgánicos de partida (Ae) no exhiben altos parámetros texturales, con áreas superficiales entre 2 y 10 m²/g, por lo tanto se puede asumir que los geles orgánicos no tienen porosidad o se encuentra bloqueada. Las muestras AcAeRF 50 presentan un aumento en el área superficial (1602m²/g) y un aumento en la microporosidad, este comportamiento se debe a que la relación resorcinol-catalizador permite obtener una estructura más estable que se mantiene tras el tratamiento térmico (Zapata, 2015).

Tabla 1. Porcentaje de remoción de iones níquel y plomo en adsorción simple

Muestra	%Remoción Ni	%Remoción Pb
AcAe RF 50	33.7	54.2
AcAe RF 1500	13.4	21.2
AcAe PF 1500	8,81	7,70

Se evidencia una eficiencia diferente para cada sólido de acuerdo con la capacidad de remover níquel y plomo, con capacidades máximas entre 8,81 y 54,2 %. La mejor remoción fue para el sólido AcAe RF 50 para plomo y el níquel. La selectividad por uno u otro ion metálico en solución está determinada por la presencia de otros iones y la naturaleza fisicoquímica del sólido, por lo tanto la eficacia del proceso está relacionada con el mecanismo de adsorción de cada uno de ellos (Alfarra, 2004).

Conclusiones

Los aerogeles de carbón presentan propiedades texturales satisfactorias que permiten sugerir un buen comportamiento en el tratamiento de aguas simuladas contaminadas con iones metálicos de metales tóxicos como Ni(II) y Pb(II). Los tratamientos térmicos modifican las propiedades texturales y químicas de los geles orgánicos de partida, se observa una mayor estabilidad de la estructura porosa para la muestra ACAE RF 50. Estas muestras sometidas al tratamiento térmico bajo atmósfera de dióxido de carbono posterior al tratamiento de carbonización presentaron un incremento del área superficial. El tratamiento de activación favorece la formación de grupos ácidos y básicos, en contraste con el tratamiento de carbonización bajo atmósfera de nitrógeno. Los datos experimentales para las isotermas de

adsorción de Ni (II) sobre los sólidos disminuyen en comparación a las obtenidas por adsorción simple de los iones Pb(II), esto demuestra la selectividad de los sólidos preparados.

Referencias

- Rouquerol, F., Rouquerol, J., Sing, K.; Guillaume, M., Llewellyn, P. (2014). *Adsorption by Powders and Porous Solids Principles, Methodology and Applications*. Second edition. Oxford: Academic Press.USA.
- Pekala, R.W. (1991). *Low density, resorcinol-formaldehyde aerogels*. US 4997804.
- Zapata B.Z., Moreno C.C., Carrasco M.F. (2015). Effect of dilution ratio and drying method of resorcinol-formaldehyde carbon gels on their electrocapacitive properties in aqueous and non-aqueous electrolytes. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 75 (2), 407-412.
- Alfarra E., Frankowiak F. (2004). The HSAB concept as a means to interpret the adsorption of metal ion onto activated carbon. *App.Surf. Sci.*228, 84-92.

Retos y contribuciones de la academia para una arquitectura y un urbanismo sostenibles

ALFREDO ARRIETA PRÍNCIPE¹

Resumen

El presente documento plantea una reflexión acerca de las acciones que se han tomado por parte de gobiernos y distintos agentes a nivel mundial con relación al tema de ciudades sostenibles. Presenta ejemplos significativos de alternativas orientadas a lograr una sostenibilidad ambiental que en ciudades o sectores de ciudad se han construido y en algunos gobiernos y entidades estatales u organizaciones conformadas desde distintas disciplinas se han implementado, entendiéndolo como el estado actual de la cuestión que demanda a todos los involucrados en el tema, la urgencia de buscar acciones efectivas que contribuyan a la sostenibilidad planetaria. Por último, precisa algunos enfoques que desde la academia podrían adoptarse para la consecución de una arquitectura y urbanismo sostenibles.

Palabras clave: arquitectura sostenible, ciudades sostenibles, desarrollo sostenible, hiperconsumo, sobrepoblación, sostenibilidad, urbanismo sostenible.

Aproximación al estado actual

En 1972 el Club de Roma publica el informe elaborado por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (en inglés: MIT) *Los límites del Crecimiento* donde plantea las

1 Especialista en Planeación Urbana y Regional, Magister en Manejo Integrado Costero. Director del Programa de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad Autónoma del Caribe

limitaciones del medio ambiente mundial, el peligro de un crecimiento demográfico y económico sin restricciones, una distribución de la población inequitativa con relación a las regiones más pobres y demanda la necesidad de lograr en los siguientes diez años un equilibrio mundial racional y duradero a través de la planificación, fundamentado en un cambio básico de valores y objetivos a nivel individual, nacional y mundial (Meadows et al., 1972).

Cuarenta y cinco años después y con la publicación de otros trabajos de investigación que confirman este primer diagnóstico de lo imposible de contar con un crecimiento ilimitado en una biosfera finita, aún sigue el debate abierto acerca de cuáles podrían ser las mejores estrategias que se deben poner en funcionamiento para lograr la sostenibilidad planetaria. Aunque algunos investigadores dan por descontado que en este momento no sería posible una transición gradual, sino que a cualquier costo se debería limitar el crecimiento para prolongar la existencia de los recursos no renovables mientras se consolida el uso de los que sí lo son, al mismo tiempo son conscientes que la medida además de ser impopular, no generaría los beneficios económicos suficientes en comparación con la explotación de recursos actual (Meadows et al. 1992, 2004; Turner G. 2008; Bardi, U., 2011).

En 2017 el informe *Progresos en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible* de la ONU afirma que “en 2015, cerca de 4000 millones de personas (el 54% de la población mundial) vivía en ciudades y, según las proyecciones, ese número aumentará hasta aproximadamente 5000 millones para 2030”.

“En muchas partes del mundo, la población crece según tasas que los recursos ambientales disponibles no pueden sostener, tasas que están sobrepasando todas las expectativas razonables de mejora en materia de vivienda, atención médica, seguridad alimentaria o suministro de energía” (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988); sin embargo, son los países del llamado “primer mundo” con solo un 15% de la población total, quienes consumen más del 50% de los recursos naturales mundiales, representados en materia prima y recursos energéticos no renovables, consolidándose un “paradigma individualista que caracteriza la era hipermoderna” (Lipovetsky, 2006; Bovet et al., 2008).

Lo anterior se da como resultado de implementar modos de producción insostenibles “es el mundo rico, ya superpoblado, el que tiene un consumo per cápita muy superior al de los africanos y el que más contribuye, por tanto, al agotamiento de los recursos, a la lluvia ácida, al calentamiento del globo, a la crisis de los residuos, etc.” (Ehrlich y Ehrlich, 1994; Cumbre de Johannesburgo, 2002; Vilches y Gil, 2003).

El constante proceso migratorio desde los países del sur hacia los del norte, en la búsqueda de mejores condiciones de vida, hecho que a final de cuentas agrava el problema, incrementa la huella ecológica en esta parte del mundo, degradando el medio al aumentar las demandas de suelo urbanizado, de recursos y energía e incidiendo en la contaminación por generación de residuos (Vilches et al, 2017). Según informes de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), a pesar de que en los últimos años la tasa de crecimiento demográfico ha disminuido, la población mundial crece aproximadamente 80 millones anualmente.

Las empresas que en los últimos años han implementado estrategias para favorecer su competitividad y beneficio económico relocalizando fases de su producción hacia países en desarrollo, que generalmente cuentan con legislaciones menos estrictas en relación al impacto ambiental y protección del trabajador; y algunos gobiernos del primer mundo que para afrontar la crisis económica, adoptan medidas tendientes a reducir no solo los salarios sino la protección social y ambiental, son ejemplos claros de cómo el sistema económico y político actual no asume su responsabilidad ante los costos ambientales que estas medidas generan (Navarro, Torres y Garzón, 2011).

Avances hacia la sostenibilidad de las ciudades

El principio de responsabilidad plantea que el ser humano por vivir e interactuar con el medio adquiere la responsabilidad de cuidarlo para las futuras generaciones, esto se reafirma en el hecho que, al constituirse una comunidad, establece interrelaciones bióticas con el ecosistema donde se localiza, lo que le exige graduar su apropiación, es decir, imponerse una limitante para asegurar su propia supervivencia. (Jonas, 1995; Callicott, 2001; Collet, 2002).

A finales de los años sesenta y durante la década siguiente, se visibilizan en el panorama mundial diferentes acciones llevadas a cabo con el propósito de preservar los recursos naturales, como la firma en 1969 de un acuerdo para el desarrollo sostenible en áreas rurales por parte de treinta y tres países africanos pertenecientes a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (en inglés: IUCN). Ese mismo año en los Estados Unidos se crea la Agencia de Protección del Medio Ambiente (en inglés: EPA) y la *Ley de Política Ambiental Nacional* donde el desarrollo sostenible se define como “un desarrollo económico que pueda llevar beneficios para las generaciones actuales y futuras sin dañar a los recursos o los organismos biológicos en el planeta” (De Vincentiis, 2010).

En 1972 en la Conferencia sobre el Medio Ambiente Humano de las Naciones Unidas se adopta la *Declaración de Estocolmo*, que establece los principios para la gestión de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente, en 1976 se desarrolla la Conferencia sobre Establecimientos Humanos Hábitat I celebrada en Vancouver; focalizada en el concepto de que los problemas de la vivienda y asentamientos humanos podrían ser resueltos principalmente sobre la base de políticas y programas impulsados por los gobiernos.

En la década de los años ochenta, la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA) establece una política comunitaria en materia de protección del medio ambiente, esta se consolida en 1984 en el *Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea* y es modificada por el *Acta Única Europea* a través de una política comunitaria en materia de medio ambiente. Las Naciones Unidas crean la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, presidida por la Primer Ministro noruega Gro Brundtland con el resultado del *Informe de la Comisión Brundtland* de 1987, cuya idea principal es el principio ético de responsabilidad por parte las generaciones de hoy hacia las generaciones futuras.

En los noventa se suceden varios encuentros internacionales que se enfocan en promover un crecimiento duradero respetuoso del medio ambiente (Tratado de Maastricht, 1992), la responsabilidad con el medio ambiente de cada Estado, cada Región y cada Entidad Local. Agenda 21 (I Cumbre Mundial del Medio Ambiente, 1992), el concepto de responsabilidad compartida y colaboración como elementos básicos para la integración de estrategias de desarrollo sostenible en el ámbito local (Quinto Programa de Acción del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1993), la concretización de los principios de la Agenda 21 en la denominada *Carta de las Ciudades Europeas hacia la Sostenibilidad* o *Carta de Aalborg* (Conferencia Europea sobre Ciudades Sostenibles, 1994), la firma de la *Carta de Lisboa* o *Carta de Acción continuación de la de Aalborg* (Segunda Conferencia de las Ciudades y Pueblos hacia la Sostenibilidad, 1996), el Programa de Hábitat con las directrices para la creación de asentamientos humanos sostenibles durante el siglo XXI (Asentamientos Humanos Hábitat II, 1996) y el acuerdo internacional para reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Protocolo de Kioto, 1997).

En esta década se efectúa la *Declaración Interdependencia por un futuro Sostenible* por parte de la Unión Internacional de Arquitectos (Congreso Mundial de Arquitectos UIA, 1993). Fundamentado en esta declaración el Real Instituto Australiano de Arquitectos, publicó un *Manifiesto de Políticas Ambientales* en 1994. Además, se puede anotar la publicación del documento *An Introduction*

to *Sustainable Architecture* que ya plantea algunos principios de la Arquitectura Sustentable (Escuela de Arquitectura y Planeamiento Urbano de la Universidad de Michigan, 1998).

Finaliza el siglo veinte, y en Hannover-Alemania se recopila información comparable sobre los progresos realizados en materia de sostenibilidad, el balance sobre la campaña de ciudades sostenibles y la adaptación de indicadores comunes de relaciones en aspectos medioambientales, sociales y económicos (Tercera Conferencia de las Ciudades y Pueblos hacia la Sostenibilidad, 2000).

En lo corrido del presente siglo, se continúa consolidando el proceso de concientización de alcanzar indicadores de sostenibilidad desde diferentes organizaciones mundiales y locales, liderados por la Organización de las Naciones Unidas en temas como el Desarrollo Sostenible, Cambio Climático y Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible (Cumbre de Ciudades Sostenibles - Hábitat III, 2016).

También se pueden mencionar otros eventos internacionales como el realizado en Valencia-España donde se declara al sector de la construcción como uno de los responsables del consumo energético y de la generación de residuos y se enfatiza en la necesidad de la obtención de un modelo de construcción sostenible (I Congreso Internacional de Arquitectura Sostenible Viviendas y Edificios Inteligentes y de Alta eficiencia energética, 2003 (ANAVIF²) y las conferencias bienales enfocadas en el diseño, la planificación, la recopilación de datos y la gobernanza para la creación de ciudades sostenibles y equitativas conocidas como Cumbre Mundial de la Ciudad Sostenible cuya última edición 2015 se desarrolló en Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos, organizadas por Eco-city³.

Asimismo, la empresa consultora en sostenibilidad *Arcadis* (www.arcadis.com) ha elaborado el *Arcadis Sustainable Cities Index*, estudio realizado en 2016 que relaciona las diez ciudades más sustentables del mundo, utilizando los siguientes indicadores: infraestructura de transportes, facilidad para montar empresas y hacer negocios, turismo, renta per cápita, importancia de la ciudad para la economía mundial, conectividad móvil y a Internet, tasa de empleo, zonas verdes, coste de la vida y eficiencia energética.

A continuación, se relacionan algunos ejemplos significativos de ciudades o sectores de ciudades que se han diseñado y construido para lograr una sostenibilidad ambiental:

2 Asociación Nacional para la Vivienda del Futuro.

3 Ecocity Builders es una organización sin fines de lucro ubicada en Oakland, California.

Distrito de Kronsberg. Hannover, Alemania 1997. Asociado a la celebración de la EXPO 2000 con la temática “Humanidad, Naturaleza y Tecnología” se fundamenta en la búsqueda de ahorro de suelo en su edificación que proporciona una alta densidad al conjunto; buenas redes de comunicación para los desplazamientos no motorizados (bicicleta y peatones); mayor accesibilidad al transporte colectivo; edificios con menor consumo energético; minimización de los efectos de la urbanización en el ciclo natural del agua; fácil acceso desde las viviendas a los espacios libres.

Distrito Norra Djurgårdsstaden, Estocolmo, Suecia 2010. Concebido como una ciudad verde, que haga frente al aumento del nivel del mar, de las temperaturas y de la lluvia, a través de zonas naturales de humedales para controlar los flujos del agua y el reciclado de la misma, que utilice energía renovable (solar y eólica), incorporando una arquitectura bioclimática, bien orientada e aislada correctamente, un transporte ecológico, basado en los recorridos peatonales y en bicicleta en el interior del barrio, y una correcta gestión de los residuos, reutilizando los orgánicos como abonos para las zonas naturales y agrícolas, así como la reutilización de las aguas grises y reciclado de los productos postindustriales.

Urbanización Finzenú, Montería, Colombia 2012. Proyecto que logra superar los estándares EDGE⁴ para ahorros en energía y materiales, gracias a su diseño arquitectónico obtuvo un 30.86% de ahorro en energía virtual. Adicionalmente, se comprobó que los materiales y sistemas constructivos utilizados en su elaboración, permitieron una reducción del 51% en la energía incorporada en los materiales.

Medellín, Colombia. 2012. Galardonada con el Premio al Transporte Sostenible 2012, junto con la ciudad de San Francisco por el Instituto de Políticas de Transporte y Desarrollo. (Sustainable Transport Award, 2012). La implementación de un sistema de escaleras eléctricas como solución de movilidad urbana no contaminante, la bicicleta pública y los programas de “Comparte tu carro” se han convertido en un referente en la ciudad.

Colombia adoptó en 2011 una *Política Nacional de Cambio Climático* que involucra acciones para los diferentes sectores del gobierno nacional y a través del Sistema Nacional de Cambio Climático se encuentra adelantando la *Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono* y el *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*.

En el documento de 2015 *Política urbana para un territorio sostenible* se establecen medidas para mitigar los impactos ambientales generados por el desarrollo de

4 EDGE, un software de uso gratuito implementado por el IFC, que ayuda a diseñar edificaciones sostenibles en más de 100 países de todo el mundo.

las ciudades. Esto se concreta en el *Reglamento de Construcción Sostenible*, adoptado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante la Resolución N° 0549 del 10 de julio de 2015, cuyo propósito para el año 2025 es reducir en un 24% las emisiones de CO₂ provenientes del consumo de energía para la totalidad de edificios residenciales nuevos y el 10% de los existentes. Además posiciona al país como pionero en el compromiso con la transformación hacia el desarrollo sostenible o bajo en carbono a través de seis temas clave:

1. Porcentajes mínimos de ahorro en agua y energía.
2. Incorporación de medidas pasivas y/o activas de construcción sostenible a las nuevas edificaciones.
3. Porcentajes de ahorro se exigirán de manera gradual entre el 10 y el 15%.
4. La aplicación de las medidas es obligatoria con excepción de los proyectos de vivienda VIS y VIP, en los cuales su observancia es optativa.
5. La implementación de las medidas a partir de julio de 2017 es obligatoria en el país.
6. La certificación de las medidas a implementar. Activas ante la empresa prestadora del servicio. Pasivas, la firma del diseñador se constituye en certificación bajo juramento del cumplimiento de las medidas de ahorro energético.

El rol de la academia: una reflexión final

En el marco de la situación que actualmente se vive por lograr la implementación de forma efectiva de un modelo de desarrollo que no sobrepase la capacidad de carga ambiental de los ecosistemas que impacta, y que no lleve implícito un crecimiento ilimitado, impone un gran reto al mundo académico, que exige impulsar la investigación e innovación en proyectos sostenibles que contribuyan a incrementar la eficiencia energética de las nuevas edificaciones, priorizando las intervenciones necesarias en los ya existentes y el planteamiento de modelos alternativos de diseño urbano más racionales con el entorno y equitativos socialmente.

Involucrar en la reflexión profesional implicaciones de la economía en el uso de los recursos, eficiencia en la utilización de materiales y equipos, correspondencia del proyecto, ya sea arquitectónico o urbano con el entorno natural y el entorno construido, respeto por las condiciones del lugar, del paisaje, de las normas existentes y no solo de las necesidades del usuario. Este concepto debe estructurarse como eje temático del proceso de formación profesional centrado en la relación

hombre-naturaleza, lo cual debe ser visto como el pilar del cambio cultural requerido para construir una sociedad conocedora de los valores y la importancia de los recursos naturales.

La arquitectura cumple un papel definitivo para el logro de ciudades adaptadas a su entorno ambiental, para esto debemos actualizar permanentemente los conocimientos acerca de la oferta no solo de nuevos materiales constructivos sino de tecnologías alternativas de construcción que no generen alto impacto en el medio, para ello es imperativo asociarse activamente a colectivos académicos y de investigación donde sea posible interactuar con otras áreas del conocimiento involucradas en el tema.

Ante el actual estado de cosas en donde la humanidad a pesar de los continuos esfuerzos de algunos pocos en tratar de sensibilizarnos acerca del peligroso límite en el que nos encontramos con relación a nuestra supervivencia sobre el planeta, la academia no puede mostrarse indiferente desde su papel de formadora de las nuevas generaciones, quienes serán las que estén llamadas a jugar un papel decisivo en la conformación de las nuevas reglas de juego que se deben adoptar.

Es obligación de todos, en tanto miembros de la comunidad académica, contribuir al logro de esta meta haciendo evidente que como responsables del diseño y construcción de los diferentes escenarios donde se desarrollan las actividades del ser humano se debe tratar de conseguir no solo edificaciones que consuman menos energía a lo largo de todo el periodo de su vida útil (desde la extracción de los materiales hasta su deconstrucción total) sino ciudades que cumplan con los requerimientos necesarios para que los seres humanos puedan desarrollar plenamente sus capacidades y, adoptando tecnologías que no sean nocivas para el medio.

Referencias

- Arcadis (2016). *Arcadis Sustainable Cities Index*. <https://www.arcadis.com/en/global/our-perspectives/sustainable-cities-index-2016/>
- Bovet, P., Rekacewicz, P, Sinaï, A. Y Vidal, A. (Eds.) (2008). *Atlas Medioambiental de Le Monde Diplomatique*. París: Cybermonde.
- Callicott, J. B. (2001). In Defense of the Land Ethic: Essays in Environmental Philosophy. En D. Jamieson, A., *Companion to Environmental Philosophy* (pág. 531). Malden, Massachusetts: Blackwell.
- Collet, S. (2002). Appropriation of marine resources: from management to an ethical approach to fisheries governance. *Social science information*, 531-553.

- Cumbre Mundial de la Ciudad Sostenible (2015). Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos, organizadas por Eco-city. <https://ecocitybuilders.org/>
- Daily, Gretchen C.; Ehrlich, Anne H. y Ehrlich, Paul R. (July, 1994). Optimum Human Population Size. *Population and Environment: A Journal of Interdisciplinary Studies*, 15, 6.
- De Vincentiis, G. (2010). *La Evolución del concepto de Desarrollo Sostenible*. http://huespedes.cica.es/gimadus/23/09_la_evolucion_del_concepto_de_desarrollo_sost.html#autor1
- <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/1/146/8.pdf>
- <https://espanol.epa.gov/>
- <https://www.iucn.org/es>
- I Congreso Internacional de Arquitectura Sostenible Viviendas y Edificios Inteligentes y de Alta eficiencia energética. (2003). ANAVIF. <https://web.archive.org/web/20090101031314/http://www.anavif.com/principal.html>
- Jonas, H. (1995). *El principio de responsabilidad*. Barcelona: Herder.
- Kin, J. (1998). *An Introduction to Sustainable Architecture*. Recuperado de: <http://www.umich.edu/~nppcpub/resources/compedia/ARCHpdfs/ARCHdesIntro.pdf>
- Lipovetsky, G. (2006). *Los tiempos hipermodernos*. Barcelona: Anagrama.
- Meadows, D. H.; Meadows, D. L.; Randers, J. (1992). *Beyond the limits: confronting global collapse, envisioning a sustainable future*. Recuperado de: <http://donellameadows.org/donella-meadows-legacy/danas-writing/articles-donella-meadows/>.
- Meadows, D. H.; Meadows, D. L.; Randers, J. (2004). A Synopsis: *Limits to Growth: The 30-Year Update*. Recuperado de: <http://donellameadows.org/donella-meadows-legacy/danas-writing/articles-donella-meadows/>
- Meadows, D. H.; Meadows, D. L.; Randers, J.; Behrens III, W. W. (1972). *The Limits to Growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Universe Books.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2011). *Política Nacional de Cambio Climático*. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/politica-nacional-de-cambio-climatico-2/politica-nacional-de-cambio-climatico-pncc>
- Navarro, V; Torres, J; y Garzón, A. (2011). *Hay alternativas. Propuestas para crear empleo y bienestar social en España*. Recuperado de: <http://www.vnavarro.org/wp-content/uploads/2011/10/hayalternativas.pdf>

- OEI. Informes de la Organización de Estados Iberoamericanos. Recuperado de:
<http://www.oei.es/historico/publicaciones/colecciones.php>
- ONU. (2017). *Progresos en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Informe*. Recuperado de: https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2017/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2017_Spanish.pdf
- ONU. CEPAL. (1988). *Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo. Informe*. Recuperado de: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/15533>
- ONU. Cumbre de Johannesburgo. (2002). Recuperado de: <http://www.un.org/esa/agenda21/natinfo/wssd/spain.pdf>
- Turner, G. (June, 2008). A Comparison of the limits to growth with thirty years of reality. socio-economics and the environment in discussion (SEED). *CSIRO Working Paper Series Number 2008-09*.
- Ugo Bardi. (Diciembre, 2011). ¿Por qué es el crecimiento económico tan popular?. *Espai Marx*. Recuperado de: <http://www.espai-marx.net/es?id=6820>
- UIA. *Declaración Interdependencia por un futuro Sostenible* (1993). Recuperado de:
http://www.uia-architectes.org/sites/default/files/COP15/image/PDF/COP15/COP15_Declaration_ES.pdf
- Vilches, A. y Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia* (Capítulo 8). Madrid: Cambridge University Presss.
- Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C. Y Macías, O. (2008). Consumo responsable. [artículo en línea]. OEI.
- Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C. y Macías, O. (2017). Crecimiento demográfico y Sostenibilidad [artículo en línea]. Recuperado de: <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=001>

Formulación de lineamientos de intervención en el área del saneamiento básico de ZVNT y PTN

NANCY PAOLA BOSA JIMÉNEZ¹

Resumen

Bajo los acuerdos de paz en el marco de la reforma al campo, la apropiación de este con mejoras tecnológicas y el fortalecimiento de los grupos campesinos, como el ingreso a la vida civil de los excombatientes de las FARC-EP, se genera el trabajo de pasantía “Formulación de lineamientos de intervención en el área del saneamiento básico de las Zonas Veredales Transitorias de Normalización” (ZVNT) y Puntos Transitorios de Normalización (PTN)” con la Federación de Estudiantes FEU-Colombia, como requisito para la obtención del título universitario como Ingeniera Sanitaria.

Palabras clave: saneamiento básico, Zonas Veredales Transitorias de Normalización, FEU.

Introducción

La temática de saneamiento básico está relacionada en presupuestos nacionales, siendo uno de los objetivos del milenio, que liga las condiciones de salud pública con los derechos humanos en las Zonas Veredales Transitorias de Normalización (ZVNT) y Puntos Transitorios de Normalización (PTN) en el marco de los acuerdos de paz, bajo el trabajo desarrollado dentro del trabajo de grado de la pasantía con la Federación de Estudiantes FEU-Colombia se genera la línea sanitaria dentro

1 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: napa1028 @gmail.com.

del proyecto de Voluntariado de Paz, donde, se interviene desde diferentes acciones como brigadas, pasantías e investigación, de tal manera que permite intervenir a la promoción de paz desde la academia, apoyando la implementación del Acuerdo de Paz en el punto 1: “Hacia un Nuevo Campo Colombiano: Reforma Rural Integral”, donde se establecen temáticas como infraestructura y adecuación de tierras, infraestructura de riego, vivienda y agua potable y sistema para la garantía progresiva del derecho a la alimentación.

Problema objetivo: las zonas veredales no presentan condiciones de saneamiento básico adecuadas para albergar a la población desmovilizada de las FARC-EP.

Desarrollo: durante 3 meses se realizan diferentes actividades, en el marco de la modalidad de pasantía para el apoyo al proyecto de la FEU Colombia, “Voluntariado de Paz 2017”, donde, se genera la línea sanitaria y ambiental para desarrollar, dentro de este proyecto, tres componentes: brigadas, pasantías e investigación.

Metodología: Investigación Acción Participativa. Se partió de las brigadas en el voluntariado de paz, se analizaron los instrumentos que van en busca de las necesidades de saneamiento básico. Los grupos de las ZVTN participan dando a conocer sus necesidades y se logran los lineamientos para el voluntariado desde los campos de brigadas, pasantías e investigación para lograr transformar y apoyar el proceso de paz desde la academia.

Resultados: “*Instrumento para la caracterización de las condiciones de salud al interior de las zonas campamentarias*”: permite dar una mirada inicial de las condiciones sanitarias que hay en las ZVNT y PTN. Creación de documentos pedagógicos y técnicos para el desarrollo de las brigadas: ficha metodológica de lavado de manos, ficha metodológica de tenencia adecuada de mascotas, taller de residuos sólidos, diseño de pozos sépticos y tratamiento de agua potable (taller enfocado a la zona veredal San José del Guaviare) y ficha metodológica de construcción de ladrillos ecológicos. Lo que permite resolver en pequeña escala y a un corto plazo las necesidades sanitarias por temas de recursos económicos.

Se desarrolla el informe final, dando el diagnóstico para la FEU y la línea sanitaria y ambiental para las pasantías y brigadas que se desarrollen a futuro, apoyándose de una visita técnica y reunión con el grupo de Centro de Alternativas al Desarrollo (CEALDES), para conocer procesos adelantados en el componente de saneamiento básico y el área ambiental; la visita se realiza a la ZVNT de Icononzo, Tolima.

Conclusiones

Se analizó que dentro de los avances que se tenían dentro del mecanismo de monitoreo y verificación se llevó a un concepto de construcción, mientras que las necesidades de saneamiento básico aún estaban insatisfechas, lo que implica que no necesariamente lo que esté construido implique que la problemática esté resuelta.

Dado que los grupos de las FARC-EP tienen habilidades en armar un campamento, no se visualizó el tiempo en el que ellos estarían en los puntos, mientras se construía la zona, por lo cual se presentaron dificultades en el tema de saneamiento básico y ambiental, puesto que las zonas de ubicación, en su gran mayoría, no eran zonas pobladas, se entró con una invasión a espacios ambientales y se llegó a generar problemas de contaminación.

Este es un comienzo de la línea ambiental que se requiere intervenir en cada zona veredal, la propuesta y la idea es seguir apoyando desde la modalidad de pasantías a diferentes estudiantes para que pongan en práctica los conocimientos en zonas rurales que presentan las diferentes necesidades en el área de saneamiento básico, de esta manera se contribuye a mejorar la calidad de vida y se lleva tecnología a la zona rural.

Referencias

- Misión de verificación de la ONU. Unmissions: https://colombia.unmissions.org/sites/default/files/sexta_informe_de_actividades_mmv_12_mayo_17.pdf.
- FEU-Colombia, F. D. (2017). *Voluntariado de Paz*. Equipo Coordinador Nacional del Proyecto.
- Santos Calderon, J. M., & Jiménez, T. (9 de julio de 2017). Nuevo Acuerdo Final de Paz entre el Gobierno Nacional y las FARC-EP. Recuperado de: <http://www.altocomisionadoparalapaz.gov.co/procesos-y-conversaciones/Documentos%20compartidos/24-11-2016NuevoAcuerdoFinal.pdf>

La gestión social, componente fundamental en el desarrollo académico del proceso de diseño

ZULMA BUENDÍA¹

La globalización, como paradigma de los nuevos rumbos sociopolíticos en América Latina, obliga prioritaria y fundamentalmente, a pensar en una nueva estructuración curricular en la enseñanza del diseño.

Lo anterior, teniendo en cuenta la creatividad pensada como directriz de innovación, no solo para el aporte estético y funcional del diseño, sino, como componente totalizador en el logro de las competencias que aborden la gestión humana como soporte del desarrollo filosófico, social, económico, político y cultural del diseñador frente a una sociedad en crisis.

En este trabajo se reflexiona sobre la importancia de proyectar la creatividad y la gestión humana hacia el logro social del producto de diseño.

1 Arquitecta. Docente del Programa de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad Autónoma del Caribe. Profesora Emérita de la misma Universidad. Correo electrónico: zulmabuendia@yahoo.es.

Crecimiento urbano y movilidad en ciudades costeras colombianas: Caso Barranquilla

ROSARIO COCHERO CERMEÑO¹

El presente trabajo es el resultado de un estudio de caso de Barranquilla, metrópoli de la Región Caribe colombiana, orientado a buscar alternativas de solución para equilibrar los procesos de desarrollo y crecimiento sostenible, a partir de una investigación sobre sus niveles de crecimiento urbano, de movilidad, y accesibilidad, como ciudad costera

Se identifican los instrumentos de planificación territorial que contribuyen con la implementación de medidas para mitigar los efectos que el acelerado proceso de crecimiento urbano produce en la movilidad, accesibilidad y ocupación del espacio público.

Esta presión por ocupación se ha visto muy marcada en los últimos años, aumentando el impacto que el auge constructivo produce en estos vulnerables y frágiles espacios, ante la problemática del cambio climático. A través del estudio de su evolución histórica, se caracteriza la ciudad costera y se aplican y procesan varias entrevistas y encuestas diligenciadas para identificar los grados de antropización y cambios operados en los últimos 20 años. Se aportan los mapas temáticos que evidencian la transformación de la ciudad. Como resultado, se obtuvieron los diferentes grados de crecimiento y desarrollos urbanos.

Se concluye que los problemas de movilidad, el deficiente drenaje urbano y el déficit de zonas verdes se incrementó en los últimos años.

1 Programa de Arquitectura, Universidad Autónoma del Caribe, Máster en Manejo Integrado Costero. Grupo de investigación Arquitectura Bioclimática. Barranquilla, Colombia, Correo electrónico: rosario.cochero@uac.edu.co

Desarrollo de acuicultura como estrategia de sostenibilidad para manejo de peces ornamentales en Colombia, caso Orinoquia

JULIETH PAOLA CUBILLOS TOVAR¹

Resumen

Este trabajo consiste en un análisis de la aplicación de acuicultura para el cultivo y manejo de peces ornamentales de agua dulce en Colombia, principalmente con la situación de esta actividad en la región de la Orinoquia. Teniendo en cuenta las estadísticas manejadas por la AUNAP de producción, desembarcos y especies; se usó como insumo una investigación previa realizada en la zona de Guainía con relación a la sostenibilidad de esta actividad, identificando así las tendencias de la acuicultura con peces ornamentales y factores en el desarrollo actual de la actividad.

Palabras clave: acuicultura, Orinoquia, producción, tendencia.

Introducción

La captura de peces ornamentales se ha estado desarrollando en Colombia desde hace aproximadamente 50 años, siendo el segundo país exportador de este tipo de peces en Latinoamérica, caracterizándose por mantener la captura de ornamentales en medio natural.

Esta actividad es desarrollada por comunidades indígenas que realizan la captura y acopio de especies ornamentales de forma artesanal en los diferentes ríos de la Orinoquia y Amazonía, siendo Puerto Inírida el principal punto de captura y acopio de peces ornamentales en el país, por la diversidad de especies en la

1 Fundación Universitaria de San Gil Unisangil. Correo electrónico: jcubillos@unisangil.edu.co

zona (estrella fluvial del Inírida) y el volumen de peces que se movilizan, en el 2009 se comercializó desde Inírida 12,9 millones de peces. De acuerdo al Ministerio de Agricultura (2012), la zona de Puerto Inírida es donde más peces ornamentales se producen y comercializan en la Orinoquia, la mayoría de estas especies tienen como fin la exportación.

A diferencia de otros países productores de peces ornamentales, Colombia ha estado rezagada con el desarrollo de paquetes tecnológicos para la reproducción de especies nativas y la implementación de acuicultura. La principal problemática ambiental de la acuicultura es el recurso hídrico, como elemento clave de la sostenibilidad productiva de la actividad, tanto en cantidad como calidad. Colombia se ubica entre los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo, sin embargo, con el paso del tiempo la oferta hídrica disminuye (Ortega et al., 2015).

Metodología

Se realizó la recolección de información teniendo en cuenta la metodología de Evaluación Ambiental Integral, establecida por el PNUMA, partiendo de la identificación de información secundaria, entidades y actores involucrados con presión e impacto en la actividad acuícola, estadísticas del Sistema Estadístico Pesquero Colombiano (SEPEC); y posteriormente complementando con información primaria por medio de entrevistas a expertos y productores identificados en la investigación previa realizada en la zona de Guainía de Cubillos y Martínez (2014).

Para determinar el estado de la acuicultura para peces ornamentales en la Orinoquia, se agruparon los factores identificados en tres aspectos: socio-económicos, técnicos, y ambientales.

Resultados

En el aspecto socio-económico, la captura y distribución de peces ornamentales es vista por los locales y comunidades indígenas como una actividad económica complementaria, ya que obtiene sus principales ingresos de actividades económicas en auge como la minería, por lo tanto la dedicación a los ornamentales se realiza en ciertas épocas del año donde es mayor la demanda y no hay veda, lo que genera ingresos adicionales para ellos.

Con respecto a la información disponible para manejo sostenible de la actividad pesquera y el desarrollo de acuicultura se presentan vacíos de información para la implementación de paquetes tecnológicos con especies nativas, por la necesidad de investigaciones en la parte biológica y de establecimiento de condiciones para la

cría de estos peces. El cambio de instituciones nacionales encargadas de la gestión y control pesquero en Colombia ha dificultado la consolidación de cifras de captura y comercialización; se manejaban datos y periodos de recolección de información diferentes, entre las instituciones, lo cual se está intentando solucionar con el reciente SEPEC que tiene datos con relación a peces ornamentales, desde el segundo semestre de 2015, que incluyen capturas, especies, precios, entre otros; para la acuicultura aún no hay datos específicos para ornamentales.

Los aspectos ambientales principalmente se relacionan con el deterioro de los ecosistemas locales, identificando los impactos generados al entorno, como sistema, y no solo los impactos directos sobre las cuencas donde se capturan los ornamentales. Según la FAO (2013), la contaminación del agua amenaza cada vez más a la producción acuícola sobre todo en zonas con industrias mineras y/o rápida urbanización, por ende es necesario tener en cuenta las tendencias a las que se está enfrentando la región con minería de oro, coltán y ampliación de la frontera agrícola.

Conclusiones

La región de la Orinoquia ha presentado la misma tendencia que el nivel nacional con el desarrollo de acuicultura para peces destinados a consumo, se ejerce este tipo de pesca principalmente para cubrir la demanda local. En los principales puntos productores de peces ornamentales de la región: Villavicencio, Puerto Carreño y Puerto Inírida, se ha desarrollado la acuicultura para especies foráneas que han tenido demanda interna, pero no se ha aplicado para especies nativas. Se ha mantenido la captura in-situ de las especies nativas, actividad ejercida en la zonas de Carreño e Inírida por comunidades indígenas presentes que implementan técnicas artesanales para esto y comercializan los peces con un grupo pequeño de comerciantes locales, que los ofrecen a exportadores ubicados en Bogotá, donde se almacena casi la totalidad de los peces ornamentales extraídos de la Orinoquia, con destino final, principalmente Europa y Asia.

El país cuenta con un plan nacional para el desarrollo de acuicultura sostenible (2014), algunos diagnósticos del recurso pesquero, no los suficientes para peces ornamentales, e informes de avance de la implementación de acuicultura, ya que a nivel nacional se ha identificado la acuicultura como un subsector agropecuario clave, que puede contribuir en el desarrollo rural.

Sin embargo actualmente los comerciantes de ornamentales colombianos están perdiendo mercado a nivel internacional, donde otros países están cultivando tanto sus especies endémicas como algunas de esta región.

Para proponer estrategias de desarrollo de acuicultura con peces ornamentales es necesario entender primero la interacción entre los procesos históricos, condiciones legales y económicas (zona estratégica minera, deforestación, mercado ilegal), los cuales explican el uso y la tendencia del ecosistema. Conocer solo los aspectos biológicos y técnicos de las especies de interés, no es suficiente para el manejo sostenible del recurso.

Referencias

- AUNAP, FAO, Ministerio de Agricultura (2014). *Plan nacional para el desarrollo de la acuicultura sostenible en Colombia- PlaNDAS*. Bogotá, Colombia.
- Cubillos J. y Martinez O. (2014). *Lineamientos para el manejo sostenible de la pesca de ornamentales en el municipio de Inírida, departamento del Guainía - Orinoquia colombiana*. Bogotá, Colombia.
- FAO. (2013). *Proyecto: Producción de Cachama blanca (piaractusbrachypomus) en jaulas flotantes en la comunidad de Chorrobocon, municipio de Inirida, departamento del Guainia*. Inirida, Colombia.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Dirección de Pesca y Acuicultura. (2012). *Agenda Nacional de Investigación en Pesca y Acuicultura 2011-2012*. Bogotá, Colombia: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Ortega-Lara, O., Amado, A.C., Córdoba-Rojas, D.F, Barbosa, L.S., (Eds.) (2015). *Avances de Acuicultura y Pesca (Vol. 1). Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, Oficina de Generación del Conocimiento y la Información*. Bogotá, Colombia: AUNAP, FUNINDES.

Calidad de los lodos de coagulación de agua cruda tratada con moringa oleífera

JHON JAIRO FERIA DÍAZ¹

Resumen

Actualmente, se estudia la conveniencia de utilizar coagulantes naturales como extractos de semilla de Moringa oleífera (MO) para la potabilización del agua, sin embargo, se desconocen las propiedades de los lodos residuales que produce y su posible reutilización. En este trabajo se evaluaron las características fisicoquímicas, nutricionales y de peligrosidad de los lodos de MO, siguiendo los métodos estándar, para verificar su posible utilización en suelos agrícolas. Los resultados indicaron que las características fisicoquímicas del lodo de MO resultaron apropiadas para ser aplicados a suelos con vocación agrícola.

Problema, objetivos y metodología aplicada

Es comprobada la eficiencia de la Moringa Oleífera en el tratamiento de aguas naturales para consumo humano (Feria *et al.*, 2014; Rodiño *et al.*, 2015), sin embargo, ha sido poco estudiada las características y potencialidades de los lodos residuales que se producen en el proceso de coagulación/floculación de dicho tratamiento. El objetivo de este trabajo fue realizar una caracterización fisicoquímica del lodo residual obtenido de la potabilización de agua cruda de una corriente superficial, utilizando semillas de Moringa oleífera como coagulante, e identificar su potencial y utilización. Se evaluaron las características fisicoquímicas, nutricionales y de

¹ Ingeniero Sanitario – Magister en Ciencias Ambientales. Docente Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Sucre. Correo electrónico: jhon.feria@unisucre.edu.co.

peligrosidad de los lodos de MO, siguiendo los métodos estándar, para verificar su posible utilización en suelos agrícolas.

Resultados

Los resultados del análisis fisicoquímico de la muestra de lodo, comparada con las características típicas del lodo de sulfato de aluminio y con características de muestras de lombricomposta y composta, se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Características fisicoquímica de los lodos de *M. oleífera* y lodos de Aluminio, comparados con compost y abono de lombricultura.

Parámetro	Lodos <i>M. oleífera</i>	Rango de lodos de aluminio	Abono de lombricultura	Compost
pH	6.27	5.12 - 8.0	6	7.42
E. Conductivity (dS m ⁻¹)	0.0126	0.36 - 1.66	1.5	2
Cation exchange capacity (cmol Kg ⁻¹)	24.74	13.6 - 56.5	27	30
Organic matter (g Kg ⁻¹)	18.50	63 - 144	20	25
Total N (g Kg ⁻¹)	0.418	4.0 - 4.8	22.40	22
Total P (g Kg ⁻¹)	0.002	3.13 - 3.50	1.20	1.40
Total Al (g Kg ⁻¹)	9.53	27 - 153	250	250
Total Ca (g Kg ⁻¹)	0.98	2.2 - 11.70	13.30	9.50
Total Mg (g Kg ⁻¹)	0.52	2.40 - 7.90	12.10	8.40
Total Na (mg Kg ⁻¹)	99	175	1200	2600
Total K (mg Kg ⁻¹)	82	148	7900	2200
Total Mn (g Kg ⁻¹)	0.40	0.80 - 2.99	0.196	0.213
Total Zn (mg Kg ⁻¹)	153.40	53.3 - 160	91	86
Total Cu (mg Kg ⁻¹)	77.40	35 - 624	38	41
Total Fe (g Kg ⁻¹)	1.59	4.87 - 37	0.357	0.367

Fuente: Feria *et al.* (2016).

Los resultados indicaron que pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio iónico, materia orgánica y micronutrientes del lodo resultaron apropiados para

ser aplicados a suelos con vocación agrícola, pero la deficiencia de macronutrientes y la presencia de coliformes fecales lo limita a ser utilizado como mejorador de suelos y no como abono. De acuerdo con las características fisicoquímicas halladas en los lodos de Moringa Oleífera, es posible su aplicación en suelos para cultivos. Sin embargo y debido a las pobres concentraciones de macronutrientes, pero ricas concentraciones de micronutrientes, no es posible categorizarlo como abono sino como un mejorador de suelos, en particular, suelos que presenten deficiencias de elementos menores como Mn, Zn, Cu y Fe.

Conclusión

El uso de extractos salinos de Moringa oleífera para potabilización de agua cruda no solo representa un coagulante eficiente y seguro para el proceso, sino que también los subproductos del tratamiento, es decir los lodos residuales, son útiles como mejoradores de suelo y su disposición final resulta ambientalmente correcta, económica y ayuda al mejoramiento de suelos ácidos y pobres de micronutrientes.

Referencias

- Feria, J. J., Polo, L., y Hernández, E. J. (2016). Evaluation of coagulation sludge from raw water treated with Moringa Oleífera for agricultural use. *Ingeniería e Investigación*, 36(2), 14 – 20. doi: 10.15446/ing.investig.v36n2.56986.
- Feria, J. J., Bermúdez, S., y Estrada, A. M. (2014). Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. *Revista Producción + Limpia*, 9(1), 9-22.
- Rodiño, J. P., Feria, J. J., Paternina, R. D. J., y Marrugo, J. L. (2015). Sinú River raw water treatment by natural coagulants. *Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia*, 76, 90-98. doi:10.17533/udea.redin.n76a11.

Relación entre el uso del suelo y la economía en el departamento de Córdoba

LINA MARÍA GARCÍA CORRALES
HUMBERTO ÁVILA RANGEL
LEIDY LUZ GARCÍA MARTÍNEZ
YHONATTAN MÉNDEZ NOBLES
PAULA ANDREA LAGARES ESQUIVEL
NATALIA LUCÍA MORENO SALGADO

Resumen

Se estudió la relación entre usos del suelo en el departamento de Córdoba e indicadores económicos. Los resultados indican fuertes correlaciones entre coberturas de la tierra asociadas y el Producto Interno Bruto (PIB) de los sectores pecuario, agrícola, y silvícola de 0.8499, 0.9981 y -0.9863 respectivamente, lo cual sugiere importantes implicaciones ecosistémicas.

Palabras clave: cobertura del suelo, correlación, departamento de Córdoba, Producto interno bruto.

Problema, objetivo y metodología

El uso de suelo es uno de los mayores desafíos de la actualidad, para proporcionar alimentos, vivienda y materiales a la población y para sostener el funcionamiento de los ecosistemas (Defries, Asner, & Houghton, 2004). El uso del suelo está relacionado con la economía, lo cual está particularmente reconocido en contextos tropicales (FAO, 2016).

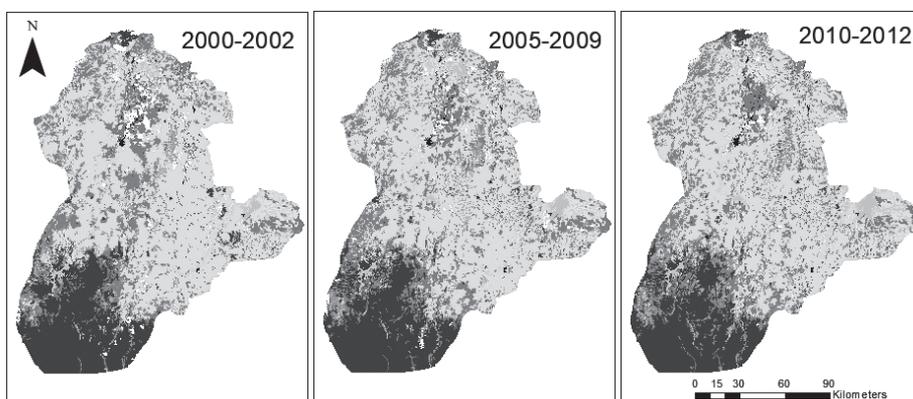
El departamento de Córdoba se reconoce en Colombia por su importante actividad ganadera, con predominio de sistemas extensivos poco tecnificados (Fedegan & FNG, 2014). La agricultura se desarrolla en pequeñas extensiones con excepción del algodón y el maíz (CVS & CMSC, 2008). El objetivo de este trabajo es comprobar que las principales coberturas de la tierra, asociadas a los usos del suelo en el departamento de Córdoba, están relacionadas con la economía sectorial.

Se utilizaron sistemas de información geográfica para procesar coberturas de la tierra de tres diferentes periodos: 2000-2002, 2005-2009 y 2010-2012 (IDEAM, 2012a, 2012b, 2014). Las categorías de cobertura de la tierra se definieron a partir del nivel 2 de la metodología de clasificación Corine Land Cover (CLC), adaptada para Colombia. Por otra parte, se recopiló información del producto interno bruto (PIB) a pesos constantes de 2005 (DANE, 2017), y se obtuvo el promedio para cada periodo de análisis y cada sector.

Resultados y conclusiones

En el departamento de Córdoba los principales usos del suelo asociados a coberturas son: pastos, áreas agrícolas heterogéneas y bosques, acorde con la clasificación CLC adaptada para Colombia (Figura 1).

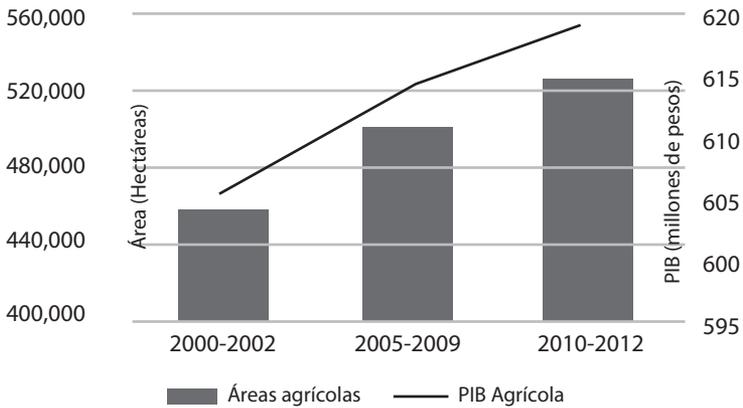
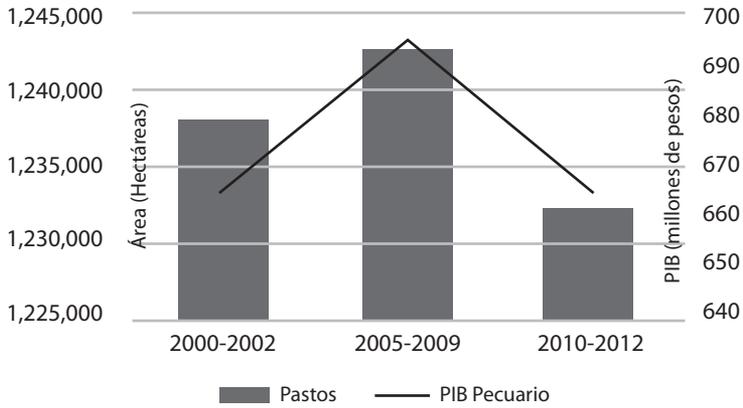
Figura 1. Principales coberturas de la tierra en el departamento de Córdoba

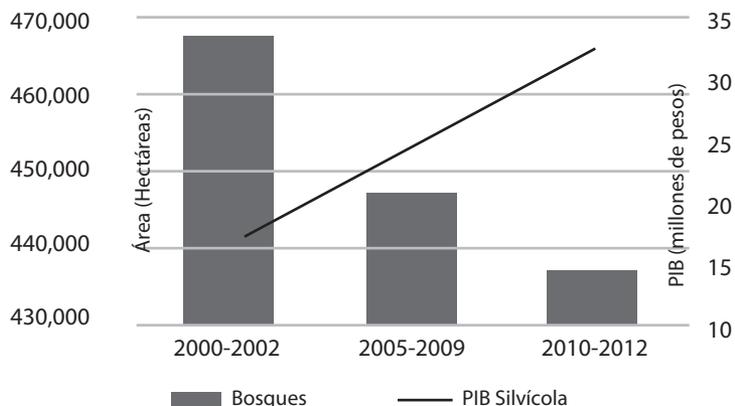


Las áreas de pastos y agrícolas tienen fuertes correlaciones positivas con el PIB promedio de los tres periodos, con valores 0.8499 y 0.9981 respectivamente, lo cual refleja que estos sectores tienen un comportamiento que depende especialmente de la cobertura del suelo (Figura 2 a y b). En cuanto a la cobertura de bosques, esta tiene una fuerte correlación negativa de -0.9863 con el PIB del sector silvícola (Figura 2

c), lo cual sugiere serias implicaciones ecosistémicas por una posible extracción de maderas del bosque natural.

Figura 2. Áreas de uso del suelo y PIB promedio de los sectores pecuario, agrícola y silvícola





Referencias

- CVS, & CMSC. (2008). *Plan de Gestión Ambiental Regional- PGAR. Actualización 2008-2012. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- DANE. (2017). PIB a precios constantes por departamentos Base 2005, 2000 - 2016pr. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Defries, R. S., Asner, G. P., & Houghton, R. A. (2004). *Ecosystems and Land Use Change*. Washington, DC: American Geophysical Union Monographs Series 153.
- FAO. (2016). *State of the World's Forests. Forest and agriculture: Land-use challenges and opportunities. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Vol. 45)*. Rome. Recuperado de <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-020411-130608>
- Fedegan, & FNG. (2014). *Bases para la formulación del plan de acción 2014 - 2018 para el mejoramiento de la ganadería del departamento de Córdoba*.
- IDEAM. (2012a). *Mapa de Cobertura de la Tierra. Metodología Corine Land Cover. Adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2005-2009*.
- IDEAM. (2012b). *Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover. Adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2000-2002*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/siac/catalogo-de-mapas>
- IDEAM. (2014). *Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover. Adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2010-2012*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/siac/catalogo-de-mapas>

Capacidad biorremediadora de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius* en suelos contaminados con gasolina

CARLOS EMMANUEL MORA MOLINA¹

HILDELINA OCHOA BERMÚDEZ²

LUIS HERNANDO MONTOYA ARMENTA³

Resumen

Este estudio contribuye científicamente a evaluar una alternativa para degradar en el suelo las sustancias tóxicas que puede contener la gasolina, como son los hidrocarburos aromáticos Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno (BTEX), mediante la aplicación de dos especies de hongos blancos de putrefacción (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*), ya que muchos estudios se enfocan en su habilidad para la degradación de compuestos persistentes.

Palabras clave: biorremediación, BTEX, hongos, Pleurotus, suelo.

1 Ingeniero Ambiental y Sanitario. Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales - E.S.A. Universidad Popular del Cesar, sede Sabanas Oficina 105 bloque D. krlosmora@hotmail.com.

2 Ingeniero Ambiental y Sanitario. Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales - E.S.A. Universidad Popular del Cesar, sede Sabanas Oficina 105 bloque D. hilober2793@hotmail.com.

3 Ingeniero Químico. Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales - E.S.A. Universidad Popular del Cesar, sede Sabanas Oficina 105 bloque D. luismontoya@unicesar.edu.co.

Introducción

Actualmente existen muchas alternativas que podrían recuperar naturalmente el suelo contaminado, sin embargo, por sus bajos costos y gran potencial de asimilación de sustancias tóxicas se contempla la biorremediación por hongos, estos tienen la capacidad de degradar y tolerar altas concentraciones de contaminantes con excelentes resultados.

Las alteraciones al ambiente causadas por derrames de petróleo o sus derivados son variadas y han generado en estos últimos años un tema de interés para los investigadores en lo que respecta a los procesos de biorremediación, siendo muy importante eliminar estas sustancias del suelo porque tienden a bioacumularse en los organismos biológicos y generan problemas de toxicidad mutagénica y carcinogénica al ser bioacumuladas en especies animales y vegetales transfiriéndose a través de la cadena trófica (Nope, 2007). El *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius* pueden ser efectivos para la degradación de estas sustancias tóxicas porque producen una enzima extra celular que cataliza una reacción que degrada lignina y otros compuestos aromáticos (Coello, 2011).

Objetivo

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la capacidad biorremediadora de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius* aplicados en suelos contaminados con gasolina.

Metodología

Para la investigación se recolectaron aleatoriamente siete muestras de suelo en una zona delimitada como contaminada por gasolina en el municipio de La Paz (Cesar); adyacente a este terreno se recolectó también una muestra de suelo sin contaminar (Blanco), cada una con un peso aproximado de 5 kg.

Las muestras de suelo previamente rotuladas, fueron trasladadas al laboratorio del Centro de Investigación para el Desarrollo de la Ingeniería de la Universidad Popular del Cesar, para ser depositadas en contenedores; seis de ellos fueron inoculados con la semilla o micelio (50 gramos) de los hongos *Pleurotus ostreatus* (PO) y *Pleurotus pulmonarius* (PP) y los otros dos sirvieron como blanco y testigo de la experimentación. A las muestras de suelo se les monitoreó cada 15 días el pH, humedad, materia orgánica, carbono orgánico y conteo de esporas hasta los 45 días (Gerdemann & Nicholson, 1963). La caracterización de BTEX se realizó mediante un análisis cromatográfico, por ser estos los que perduran en el tiempo, siendo indicadores de contaminación del suelo.

Resultados

Al finalizar la experimentación se encontró que los parámetros fisicoquímicos fueron variables según el tratamiento aplicado: el pH del suelo disminuyó desde 7,3 (Testigo) hasta 6,4 como promedio para los tratamientos con las dos especies de hongos. Se determinó una mayor humedad para el tratamiento con el hongo *Pleurotus ostreatus* (5,11%) en comparación con el *Pleurotus pulmonarius* (4,22%). El porcentaje de materia orgánica en las muestras de suelo registró un incremento significativo en cada tratamiento (1,05% PO y 0,77% PP), con valores finales promedio de 5,81% PO y 5,04% PP. Igualmente, el porcentaje de carbono orgánico presentó el mayor incremento (1,82%) para el *Pleurotus ostreatus* en comparación con el *Pleurotus pulmonarius* (1,22%), con valores finales promedio de 10,01% PO y 8,70% PP.

Lo anterior indicó que el suelo cuyo tratamiento se llevó a cabo con la especie *Pleurotus ostreatus* presentó mejores resultados para estos parámetros durante la fase experimental, representando una ventaja para el crecimiento del mismo. Esto pudo evidenciarse al realizar la cuantificación de esporas al final de la experimentación, ya que el hongo *Pleurotus ostreatus* demostró una mayor capacidad para establecerse y colonizar el suelo muestreado, presentando un incremento del 79,13% en el número de esporas por gramo de suelo en comparación con el *Pleurotus pulmonarius*.

La concentración de Benceno en la muestra testigo para el suelo antes del tratamiento ($7,87 \text{ mg kg}^{-1}$) fue mayor al valor máximo permisible (6 mg kg^{-1}) estipulado por la Norma Oficial Mexicana de límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación (PROFEPA, 2012), por lo tanto, debido a su toxicidad no era un suelo apto para dicho uso.

No obstante, luego del tratamiento con los hongos las concentraciones en su mayoría estuvieron por debajo del máximo permisible, destacándose el tratamiento con el hongo *Pleurotus ostreatus* con una concentración promedio de $5,11 \text{ mg kg}^{-1}$ en comparación al $6,21 \text{ mg kg}^{-1}$ del tratamiento con el hongo *Pleurotus pulmonarius*. Las concentraciones en mg kg^{-1} para la muestra Testigo de 8,20 (Tolueno), 0,69 (Xileno) y 0,13 (Etilbenceno) estuvieron muy por debajo de la concentración máxima permisible exigida por la Norma Oficial Mexicana para uso del suelo residencial (40 mg kg^{-1}). Posterior a los tratamientos las concentraciones promedio presentadas para el tolueno fueron de 4,41 (PO) y 5,84 (PP). Asimismo, para el Xileno fueron de 0,42 (PO) y 0,58 (PP), mientras que para el Etilbenceno fueron de 0,18 (PO) y 0,16 (PP).

Conclusiones

El tratamiento del suelo llevado a cabo con el hongo *Pleurotus ostreatus* fue más significativo en cuanto a su capacidad de remoción de los compuestos Benceno, Tolueno y Xileno. El Benceno alcanzó una remoción máxima de 36,31%, el Tolueno de 49,42% y el Xileno de 39,36%. Asimismo, el tratamiento con el hongo *Pleurotus pulmonarius* obtuvo una remoción máxima de 28,22% para el Benceno, 46,93% para el Tolueno y 46,19% para el Xileno. En el caso del Etilbenceno se presentaron incrementos de su concentración en las muestras de suelo entre el 2,77% y 66,3% con respecto al testigo, lo cual pudo ser causado por la acción biológica que conllevaría la transformación de los otros compuestos aromáticos en Etilbenceno.

Referencias

- Gerdemann, J. W. & Nicholson, T. H. (1963). Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 46, 235-244.
- Nope, J. Y. (2007). *Diseño técnico-ambiental de los procedimientos de biorremediación en derrames de hidrocarburos como soporte operacional en campos petroleros* (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). (2012). *Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación*. México, D.F.: Diario Oficial de la Federación.
- Coello, J. M. (2011). *Aplicación del hongo Pleurotus ostreatus como alternativa para la biorremediación de suelos contaminados con metales pesados* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

Exportación de metales asociados a sólidos suspendidos en el río Oka (España), periodo 2009–2012

LUIS HERNANDO MONTOYA ARMENTA¹

Resumen

El cálculo de tasas de exportación de metales asociados a los sedimentos resulta de interés especial en Europa para la gestión de pequeñas cuencas hidrográficas. Desde el punto de vista metodológico, el muestreo y el análisis de sedimentos en suspensión durante las crecidas pueden ofrecer un diagnóstico más real de la toxicidad y el potencial riesgo biológico de los metales pesados contenidos en los sedimentos, a diferencia de los controles que se realizan en el sedimento de fondo.

Palabras clave: exportación, metales, río Oka, sólidos suspendidos.

Introducción

La cuenca del río Oka tiene su desembocadura en el estuario de Urdaibai, actuando como principal aportante de agua y sedimento a este estuario, el cual ostenta una gran riqueza ecológica, siendo declarado por la Unesco en 1984 como Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Montoya, 2013). En cada periodo hidrológico se pueden generar importantes y rápidos incrementos en la concentración de algunos contaminantes en el agua, especialmente metales que contribuyen degradando la calidad de este recurso. Según Montoya (2013), esto puede ocurrir como una consecuencia de la resuspensión de sedimentos en situaciones de crecidas, sobre todo si estas son

¹ Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales – E.S.A., Universidad Popular del Cesar. Campus Universitario Sabanas, Oficina 105 bloque D. luismontoya@unicesar.edu.co.

de gran intensidad. La zona de estudio es la sub-cuenca situada en la cabecera del río Oka, la cual lleva el mismo nombre que su cuenca principal.

Objetivo

El objetivo primordial de esta investigación fue cuantificar la tasa de exportación de metales pesados asociados a sólidos en suspensión en la cuenca del río Oka durante los años hidrológicos comprendidos desde octubre de 2009 hasta septiembre de 2012.

Metodología

En la parte baja de la cuenca del río Oka se encuentra ubicada la estación de aforos de Muxika, perteneciente a la red hidro-meteorológica de la provincia de Bizkaia. Esta estación proporcionó datos hidrológicos (caudal, Q), meteorológicos (precipitación) y físico-químicos (turbidez, conductividad, entre otros) a una escala de tiempo diezminutal durante el periodo de estudio (2009-2012), los cuales fueron tenidos en cuenta para analizar la serie temporal completa de diferentes parámetros y permitir el estudio de 25 eventos de crecidas, contribuyendo a la comprensión de las variaciones químicas y sedimentológicas del río, especialmente durante este tipo de eventos.

Se recolectaron manualmente 36 muestras puntuales de agua en inmediaciones de la estación de aforos durante los periodos de aguas bajas y 397 muestras durante 17 eventos de crecidas con un toma de muestras automático (Montoya, 2013). A todas las muestras de agua (sin filtrar) se les determinó la turbidez (TRB) por triplicado para verificar el dato registrado en campo. La concentración de sólidos en suspensión (CSS) fue determinada mediante filtración de un volumen establecido (300 - 500 mL) de la muestra de agua bruta previamente homogeneizada, utilizando un filtro Millipore (diámetro de poro de 0,45 μm). El filtro con los sólidos recolectados fue secado a 105 °C por una hora hasta lograr un peso constante y posteriormente fue almacenado para la subsiguiente digestión con una mezcla de ácido nítrico (HNO_3) y ácido perclórico (HClO_4) en proporción 3:1,5 siguiendo el método 3051A (US EPA), mediante un sistema de digestión por microondas (Ethos 1, Millestone). Las muestras digeridas fueron filtradas (0,45 micras), se les adicionó agua desionizada en un matraz de 50 mL y se almacenaron a 4 °C hasta su posterior análisis de metales (Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, y Zn) mediante un espectrómetro ICP-OES (Perkin Elmer Optima 2000 DV).

Por otra parte, para obtener un valor agrupado que pueda inferir el grado de toxicidad de estos metales para la biota en el sedimento, se procedió a calcular un

cociente para el Índice de Efecto de Rango Medio (ERMQ), de acuerdo con las Guías de Calidad de Sedimentos (Violintzis, Arditsoglou, & Voutsas, 2009).

Resultados

Los datos diezminutales de turbidez de campo y la concentración de sólidos suspendidos medidos en el laboratorio permitieron obtener una ecuación de ajuste acorde con lo establecido por Zabaleta, Martínez, Uriarte & Antigüedad (2007), a partir de la cual se dedujo la serie continua de CSS para el periodo en estudio.

Se obtuvieron series continuas para los metales pesados a partir de los valores puntuales medidos por ICP en función de la concentración de sólidos suspendidos obtenida durante los eventos de crecidas y aguas bajas. Se utilizó el método de Walling & Webb (1985) para el cálculo de las cargas en toneladas (t) de SS y en kilogramos (kg) para los metales, el cual es recomendado por la Comisión de París para la estimación de cargas fluviales. Las tasas de sólidos en suspensión y metales pesados se calcularon a partir de las cargas anuales divididas por el área de la cuenca en estudio (31,56 km²) (Montoya, 2013).

Se encontraron buenas relaciones entre la concentración de los sólidos en suspensión y la concentración de metales contenidos en dichos sólidos, referida en µg L⁻¹, como se muestra a continuación para los metales en estudio: Cu = 0,0274 * CSS (R² = 0,9082), Ni = 0,036 * CSS (R² = 0,9373), Pb = 0,037 * CSS (R² = 0,6518), Cr = 0,0868 * CSS (R² = 0,8985), Zn = 0,9425 * X^{0,7261} (R² = 0,7157), Mn = 0,6925 * CSS (R² = 0,9662), Fe = 0,037 * CSS (R² = 0,9584) y Al = 0,0678 * CSS (R² = 0,9897). Se establecieron tasas de exportación en t km⁻² año⁻¹ de 71,85 para SS, 2,66 para el Fe y 4,87 para el Al; para los metales en kg km⁻² año⁻¹ de 1,97 para Cu, 2,59 para Ni, 2,66 para Pb, 6,24 para Cr, 14,62 para Zn, 49,75 para el Mn, como valor medio de los tres años en estudio.

La relación encontrada entre la turbidez del agua y el cociente del índice que denota los efectos de rango medio sobre la biota en el sedimento (ERMQ = 2,6559 * TRB^{-0,3505}) es una herramienta que se podría utilizar para facilitar el análisis del potencial riesgo biológico generado por los metales contenidos en los sólidos en suspensión a partir de la medición continua de la turbidez del agua durante las crecidas (Montoya, 2013). De esta forma, al emplear este índice se encontró que los sólidos suspendidos recolectados durante las crecidas exhiben una probabilidad entre el 25 y 50% de generar toxicidad hacia el medio acuático e igualmente efectos adversos a la biota presente en los sedimentos del río.

Conclusiones

La determinación de tasas de exportación de metales pesados asociados a los sedimentos resulta de mayor interés para la gestión ambiental de la cuenca, encontrándose tasas en $\text{kg km}^{-2} \text{año}^{-1}$ de 1,97 para Cu, 2,59 para Ni, 2,66 para Pb, 6,24 para Cr y 14,62 para Zn, como media de los tres años en estudio.

La relación establecida entre la turbidez del agua y el índice ERMQ podría utilizarse como una herramienta para facilitar la determinación del potencial riesgo biológico generado por los metales contenidos en los sólidos en suspensión a partir de la medición en continuo de la turbidez del agua durante las crecidas.

Referencias

- Montoya, L. H. (2013). *Efectos de las crecidas en el transporte de material particulado y contaminantes asociados: aplicación al caso del río Oka (Urdaibai), País Vasco* (Tesis Doctoral). Universidad del País Vasco, Bilbao, España.
- Violintzis, C., Arditoglou, A., & Voutsas, D. (2009). Elemental composition of suspended particulate matter and sediments in the coastal environment of Thermaikos Bay, Greece: Delineating the impact of inland waters and waste-waters. *Journal of Hazardous Materials*, 166, 1250-1260.
- Walling, D. E. & Webb, B. W. (1985). Estimating the discharge of contaminants to coastal waters by rivers: some cautionary comments. *Marine Pollution Bulletin*, 16, 488-492.
- Zabaleta, A., Martínez, M., Uriarte, J. A., & Antigüedad, I. (2007). Factors controlling suspended sediments yield during runoff events in small headwater catchments of the Basque Country. *Catena*, 71(1), 179-190.

Patrones de variabilidad climática, caso de estudio río Magdalena

ALEXA LILIANA ORTIZ-ARENAS¹
MAURICIO ANDRÉS RUIZ-OCHOA²
JUAN PABLO RODRÍGUEZ MIRANDA³

Resumen

En este estudio investigativo y aplicativo de la variabilidad climática en Colombia, en el marco de los sistemas de gestión integral del recurso hídrico se contemplarán los procesos administrativos de planificación y ordenamiento. Se optó, como caso de estudio, la gran cuenca del río Magdalena, tomando la información disponible e instrumentada para los parámetros a analizar (P, TA, E, EV, HR, Q), los resultados del proceso generarán patrones de variabilidad bajo un modelo (conceptual, analítico, matemático), útiles en la toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental competente con una proyección a corto, mediano y largo plazo para la macro-cuenca hídrica.

Palabras claves: gestión hídrica, río Magdalena, variabilidad climática.

-
- 1 Ingeniera Ambiental y de Saneamiento. Magister en Ciencias y Tecnologías Ambientales, Correo electrónico: ing.alexortiz@outlook.com.
 - 2 Coordinación de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías, Unidades Tecnológicas de Santander.
 - 3 Ingeniero Sanitario y Ambiental. Magister en Ingeniería Ambiental. PhD (Candidato). Profesor Asociado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Director del grupo de Investigación AQUAFORMAT. Correo electrónico: jprodriguez@udistrital.edu.co.

Introducción

Colombia está localizada en la zona ecuatorial; por su cercanía a los océanos y formas de relieve, entre otros aspectos, presenta una gran variedad de climas, suelos y disponibilidad hídrica, a lo cual se suma una amplia diversidad biológica, étnica y cultural (Cuartas & Poveda, 2002).

La significancia de este resultado pone de presente la gran amenaza hidrológica y climática impuesta por la deforestación de los bosques colombianos. (Poveda, 2002). El río Magdalena, es el río más largo y caudaloso dentro de los Andes Suramericanos y comienza y termina en el territorio Colombiano, es el único que en conjunto con sus afluentes desagua la zona central de las cordilleras colombianas hacia el norte, en el mar Caribe. (Kaufmann & HEvERT, 1973).

Esta investigación, surge de la necesidad de optimizar los sistemas de gestión hídrica en la cuenca del río Magdalena, renovando prácticas hacia el control de fenómenos hidro-climatológicos en general. Durante la toma de decisiones se presenta de manera recurrente una deficiencia administrativa, ya que la gestión hídrica en el país, no aplica como base analítica la variabilidad ambiental y erróneamente se habla de calentamiento global, siendo los dos fenómenos mencionados distintos en términos de espacio-tiempo-recurrencia.

Por consiguiente, en la proyección, planificación y ordenación del recurso hídrico, existe la necesidad de actualizar los programas y proyectos relacionados con la gestión del riesgo, en términos de la variabilidad climática natural (Miranda & Ochoa, 2017).

Problema

El Magdalena es un gigante hídrico, se origina en la laguna de La Magdalena, en el Macizo de las Papas, atravesando sus aguas por una diversidad de zonas de vida natural. Esta es la cuenca hídrica más grande del país, en ella no se establecen espacios de análisis en las diferentes escalas temporales de variabilidad climática (Morejón-Miranda et al., 2015).

La gestión hídrica de una cuenca es un proceso administrativo complejo que induce a la regionalización de actividades económicas, sociales, naturales, políticas entre otras (Gil & Salcedo, 2017).

La gestión hídrica en el Magdalena en la actualidad se regula por lineamientos normativos e instrumentos administrativos donde se evidencia una desarticulación de actividades por parte del Estado, las cuales se aplican por sectores fragmentando

la cuenca, lo cual resulta de la inexistente unificación de criterios que conlleven a su gestión integral hídrica.

Fenómenos naturales y de origen antrópicos como deslizamientos, inundaciones, sequías, desertificación, pérdida de biodiversidad, contaminación y erosión, son cada día más recurrentes y afectan directamente la relación hombre-naturaleza de las comunidades asentadas en la región; es así que al interpretar las prioridades de las estructuras sustentables en los territorios se evidencia un desequilibrio entre el equilibrio social, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental, el cual está estrechamente asociado a la desarticulación entre las instituciones del Estado y las necesidades ambientales, produciendo una inestabilidad entre la ordenación del territorio y los bienes y servicios ambientales. (Miranda & Ochoa, 2017).

Referencias

- Cuartas, L. A., & Poveda, G. (2002). Balance atmosférico de humedad y estimación de la precipitación reciclada en Colombia según el Reanálisis NCEP/NCAR. *Meteor. Colombiana*, 5, 49-57.
- Gil Salcedo, J. J., & Salcedo Andrade, C. E. (2017). *Formulación del plan de desarrollo estratégico de las asociaciones de usuario de acueducto, de la cuenca hidrográfica media del río Tuluá periodo 2016-2020*. Maestría en Administración. Facultad de Ciencias de la Administración. Universidad del Valle, sede Tuluá. 165 p.
- Kaufmann, R., & HEVERT, F. R. A. N. K. (1973). El régimen fluviométrico del río Magdalena y su importancia para la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Mitt. Inst. Colombo-Alemán Invest. Cient*, 7(121.157).
- Miranda, J. P. R., & Ochoa, M. A. R. (2017). Planificación y gestión de los recursos hídricos: una revisión de la importancia de la variabilidad climática. [Planning and management of resources Management: a review of the importance Of climate variability]. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 9(1), 100-105.
- Miranda, J. P. R., & Ochoa, M. A. R. (2017). Planificación y gestión de los recursos hídricos: una revisión de la importancia de la variabilidad climática. [Planning and management of resources Management: a review of the importance Of climate variability]. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 9(1), 100-105.
- Morejón Miranda, Y. M., Vega Carreño, M. B., Escarré Esteve, A., Peralta Vital, J. L., Quintero Silveiro, A., & González Piedra, J. I. (2015). Análisis de balance hídrico en cuencas hidrográficas de la Sierra de los Órganos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 36(2), 94-108.
- Poveda, G. (2002). El chorro del Chocó y su influencia sobre la hidroclimatología de la costa Pacífica y el occidente de Colombia. *Geología y oceanografía del delta*

del río San Juan (Eds. Correa, ID y Restrepo, JD), Fondo Editorial Universidad Eafit, Medellín, Colombia, 169-187.

Poveda, G. (2004). La hidroclimatología de Colombia: una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diurna. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 28(107), 201-222.

Riesgo ambiental asociado a metales en sedimentos de los ríos Tucuy, Maracas y Calenturitas – Cesar

JOSÉ ESTEBAN RAMÍREZ FLORES¹

ENDER ROSADO DÍAZ²

ANDRÉS FELIPE RIBN HERNÁNDEZ³

BRAYAN JOSÉ MEZA FORERO⁴

DEIVER JOSÉ CÁCERES JULIO⁵

RAFAEL JOSÉ OSORIO PÉREZ⁶

Resumen

Esta investigación contribuirá al desarrollo de la línea base ambiental para los ríos Tucuy, Maracas y Calenturitas en el departamento del Cesar, proporcionando información sobre la concentración de metales en sedimentos de fondo y los riesgos ambientales asociados a estos, mediante la aplicación y análisis de diferentes índices

1 Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales – E.S.A. Universidad Popular del Cesar. Correo electrónico: jestebaramirez@unicesar.edu.co

2 Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales – E.S.A. Universidad Popular del Cesar. Correo electrónico: erosadod@unicesar.edu.co

3 Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales – E.S.A. Universidad Popular del Cesar. Correo electrónico: afribon@unicesar.edu.co

4 Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales – E.S.A. Universidad Popular del Cesar. Correo electrónico: hjmeza@unicesar.edu.co

5 Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales – E.S.A. Universidad Popular del Cesar. Correo electrónico: Sabanas.djcaceres@unicesar.edu.co

6 Grupo de Investigación Estudios Sanitarios y Ambientales – E.S.A. Universidad Popular del Cesar. Correo electrónico: rjosorio@unicesar.edu.co

de contaminación. Igualmente, contribuirá en el fortalecimiento de la información disponible para la toma de decisiones y la generación de proyectos en el POMCA Calenturitas, promoviendo la creación de estrategias que conlleven a la conservación de la salud humana y la biota de los sedimentos en los tres ríos en estudio.

Palabras clave: Contaminación, metales, riesgo ambiental, ríos, sedimentos.

Introducción

La contaminación de sedimentos de los ríos por metales pesados es una problemática crítica nacional y regionalmente en la Costa Caribe colombiana debido a que estos metales poseen un alto grado de acumulación y peligrosidad, pero aun así, sigue siendo una de las temáticas menos investigadas en el medio.

Los metales pesados, en pequeñas cantidades, pueden ejercer efectos positivos o negativos para los seres vivos, siendo algunos de estos esenciales para el hombre y la vida en general, pero al presentarse un leve incremento en sus concentraciones pueden llegar a causar efectos letales sobre los seres vivos (Rovira, 1991). El desconocimiento de los riesgos asociados a estos metales puede llegar a generar problemáticas de carácter ambiental y de salud pública al bio-magnificarse en la naturaleza, permaneciendo en el ambiente y llegando a ser acumulados en los organismos como iones o asociados a compuestos orgánicos por largos períodos de tiempo (Huaranga, Méndez, Quilcat & Huaranga, 2012).

Las cuencas de los ríos Tucuy y Maracas unen sus cauces principales para dar origen al río Calenturitas, los cuales se asientan en las áreas de jurisdicción de los municipios de Becerril y la Jagua de Ibirico, ampliamente reconocidos por su economía en las que resaltan las actividades mineras y agropecuarias. En reiteradas ocasiones dichas actividades han sido tildadas por su potencial capacidad de contaminación por su asocio con metales pesados (Consortio Calenturitas, 2016), lo cual representa riesgos ambientales significativos en la región, llegando a causar toxicidad y muerte a la biota presente en los cuerpos de agua, además de afectación a la salud de las comunidades dependientes de estos ríos.

La evaluación de la concentración de metales pesados en los sedimentos y su asociada probabilidad de generar riesgos al ambiente permitirá establecer medidas de control ambiental y mitigación de los efectos adversos sobre los factores bióticos de las zonas afectadas.

Objetivo

Evaluar el riesgo ambiental asociado a metales pesados en los sedimentos de fondo de los ríos Tucuy, Maracas y Calenturitas en el departamento del Cesar.

Metodología

Se realizará un muestreo de los sedimentos de fondo en el cauce principal de los ríos Tucuy, Maracas y Calenturitas, durante los periodos lluvioso y seco, teniendo en cuenta el régimen bimodal de lluvias predominante en Colombia. Las muestras se recolectarán manualmente, siguiendo el procedimiento del muestreo de agua y sedimentos para determinación de metales del IDEAM.

Simultáneamente a la toma de muestras, se medirán algunos parámetros fisicoquímicos directamente en el cauce del río (pH, Conductividad eléctrica, Potencial Redox). Se preservarán y transportarán las muestras de sedimentos al laboratorio para su posterior análisis granulométrico, obteniéndose la fracción más fina del sedimento ($< 63 \mu\text{m}$) y se les determinará el porcentaje de carbono orgánico y carbonatos. Las muestras de sedimento se enviarán a laboratorio de Toxicología y Gestión Ambiental de la Universidad de Córdoba para la determinación de su contenido en metales pesados.

Las características fisicoquímicas y la concentración de metales (Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb y Zn) en el sedimento se utilizarán para determinar las posibles relaciones existentes entre estos. Por otra parte, se evaluará el riesgo ambiental asociado a los niveles de metales en los sedimentos de fondo en el cauce de los ríos en estudio, utilizando diferentes índices de contaminación como el factor de enriquecimiento, índice de carga contaminante, concentración de efecto límite, concentración de efecto probable, índice de riesgo ecológico potencial y los cocientes medios de los índices de toxicidad Efectos de Rango Medio (Effects Range Median Quotient - ERMQ) y Nivel de Efecto Probable (Probable Effect Level Quotient - PELQ) (Montoya, 2013; Fontalvo, 2017).

Resultados esperados

Con esta investigación se pretenden determinar las concentraciones de los metales pesados seleccionados a lo largo del cauce principal de los ríos Tucuy, Maracas y Calenturitas, buscando la identificación de los puntos críticos de contaminación, es decir, donde la concentración de los metales podría generar afectaciones a la biota de los sedimentos y a la columna de agua.

Se determinarán los índices de contaminación propuestos que deriven en la estimación de los riesgos ambientales asociados a las concentraciones de los metales en los distintos tramos de los ríos en estudio con el fin de indicar cuáles son las zonas en donde se genera una mayor exposición de la biota y los seres humanos a los efectos nocivos de los metales. Con este trabajo, se obtendrá además, una línea base que servirá para la generación de nuevas investigaciones, y de políticas y estrategias ambientales que contribuyan a la gestión ambiental de los impactos generados por estos contaminantes.

Referencias

- Consortio Calenturitas (2016). *Formulación del POMCA del río Calenturitas – Cesar*. Recuperado de <https://www.corpocesar.gov.co/Informe%20Fase%20Diagnostico%20V2.pdf>
- Fontalvo, A. M. (2017). *Metales pesados en sedimentos de la cuenca baja del río Magdalena, Colombia* (Tesis de Maestría). Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.
- Huaranga, F., Méndez, E. F., Quilcat, V. & Huaranga, F. (2012). Contaminación por metales pesados en la cuenca del río Moche, 1980-2010, La Libertad - Perú. *Scientia Agropecuaria*, 3(3), 235-247.
- Montoya, L. H. (2013). *Efectos de las crecidas en el transporte de material particulado y contaminantes asociados: aplicación al caso del río Oka (Urdaibai), País Vasco* (Tesis Doctoral). Universidad del País Vasco, Bilbao, España.
- Rovira, J. V. (1991). *Contaminación por metales pesados en los sedimentos del Río Jarama y su bioasimilación por tubificidos (Annelida: Oligochaeta, Tubificidae)* (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

Variabilidad climática: aplicaciones en un contexto tropical

MAURICIO ANDRÉS RUIZ-OCHOA¹
JUAN PABLO RODRÍGUEZ MIRANDA²

Resumen

Se presenta una revisión de la importancia de incluir la variabilidad climática en diversos frentes de la gestión ambiental, por ejemplo, en el manejo de los residuos sólidos y en los sistemas de gestión hídrica, en dirección a lo cual se utilizaron varias fuentes documentales. Se encontró que la variabilidad climática es un factor condicionante de los diversos impactos socio ambientales. Por lo tanto, la información analizada puede ser usada para implementar programas y proyectos que tengan como eje transversal, la variabilidad climática natural, lo cual podría mejorar el actuar de las autoridades ambientales en función de controlar y prevenir las afectaciones que se generen sobre el ambiente.

Palabras clave: Residuos sólidos, lixiviados, gestión hídrica.

Introducción

Variabilidad climática es un concepto que difiere de cambio climático, principalmente porque este último se refiere a las alteraciones de largo plazo (mayor a 100 años), cuyas causas pueden ser de origen natural o antropogénico. Sin embargo, dentro de la variabilidad se tienen escalas de corto plazo (menor a 100 años) que

1 Coordinación de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías, Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: mruiz@correo.uts.edu.co.

2 Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., Colombia. Correo electrónico: jprodriguez@udistrital.edu.co.

también afectan el clima mundial, como son las oscilaciones tanto del Pacífico (PDO por sus iniciales en inglés) como del Atlántico Norte (NAO por sus iniciales en inglés), y El Niño Oscilación del Sur (ENSO).

La variabilidad climática puede ser expresada de dos modos básicos: las variaciones forzadas que son la respuesta del sistema climático ante los cambios del forzamiento externo y las variaciones libres debido a las inestabilidades y a las retroalimentaciones del sistema (Bigg, 1996). De este modo, la variabilidad climática se refiere a las fluctuaciones a corto plazo, asociadas a condiciones meteorológicas naturales y propias de cada región (Hageback et al., 2005), con gran influencia en los procesos hidrológicos, por lo cual su comprensión debe ser de dominio general por cada una de las comunidades asentadas en estos espacios geográficos. Así, las autoridades ambientales en las franjas tropicales, en sus decisiones, necesitarán de algún modo empezar a incorporar, las fluctuaciones naturales asociadas a cada escala de variabilidad climática temporal.

En general, los rangos de variación de las escalas de climáticas temporales son amplios y en orden ascendente de su frecuencia, se tiene: intraestacional (menor a 1 año), estacional (1 año), interanual (4 a 7 años) y decadal (20 a 30 años), con la particularidad de que las escalas de mayor frecuencia temporal, dominan sobre las escalas menores (Poveda, 2004). Por ejemplo, dependiendo de la fase en que se encuentre la PDO, que es uno de los modos que hace parte de la escala decadal, durante dos o tres décadas, se aumenta o disminuye la ocurrencia de los eventos ENSO, quien en últimas debido a las teleconexiones domina el clima a nivel global en el corto plazo. Para entender el comportamiento de lo anteriormente planteado, la respuesta se halla en la interacción océano-atmósfera que ocurre en los trópicos, lo cual, aunque es de ocurrencia regional, afecta el sistema climático global.

Según Stewart (2008), las aguas superficiales en los trópicos son más cálidas, y se presenta convección atmosférica profunda, la cual es altamente sensible a las pequeñas variaciones de la temperatura superficial del mar (TSM), lo cual genera cambios en el comportamiento de las escalas de variabilidad temporal. En estas regiones se tienen patrones estacionales dominados por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y los vientos Alisios, los cuales claramente permiten diferenciar las épocas húmedas de las épocas secas. Por lo tanto, conociendo estas fluctuaciones del clima se podría planificar mejor el desarrollo de las actividades humanas, basado en el conocimiento certero de los procesos hidrológicos.

Materiales y métodos

El método de estudio aplicado, según el análisis y alcance de los resultados, fue del tipo explicativo, dado que se tuvo como objetivo determinar los orígenes o causas de un determinado conjunto de fenómenos. A su vez, como fuentes documentales, se usaron tres trabajos de pregrado y una tesis de maestría.

Resultados y discusión

La comprensión de la variabilidad climática en el ámbito tropical es de suma importancia dado que sobre esta región del mundo, se presentan interacciones océano – atmósfera de influencia global, las cuales de alguna manera necesitan ser incorporadas en la dinámica ecosistémica (Poveda, 2004). De este modo, se presentan resultados relacionados con sectores de aplicación en el trópico:

Residuos sólidos

Para este caso, se realizaron dos trabajos de pregrado. En el primer trabajo, (Gómez & León, 2015), se analizó la influencia de la variabilidad estacional e interanual de los volúmenes de residuos sólidos urbanos en el Municipio de Lebrija, con la intención de conocer su incidencia en la Evaluación de Impacto Ambiental. Se aplicó el método del ciclo hidrológico estacional y estadística descriptiva para completar los datos faltantes y conocer el comportamiento medio de los residuos sólidos.

Los resultados de la variabilidad estacional evidencian un aumento en la disposición final de los volúmenes de residuos sólidos urbanos asociado a los periodos climáticos lluviosos (marzo-abril-marzo, y septiembre-octubre-noviembre), y una disminución en los periodos climáticos secos (diciembre-enero-febrero, y junio-julio-agosto). Mientras que, en lo interanual, se identificaron seis eventos asociados a los fenómenos de El Niño y La Niña, representados por anomalías positivas y negativas, donde se reflejó una disminución en la disposición final de los volúmenes de residuos sólidos, durante el fenómeno de La Niña, a diferencia del fenómeno de El Niño donde se presentó un aumento en los mismos. De igual manera el comportamiento de los residuos sólidos, se relacionó con la precipitación, la humedad relativa y la temperatura.

Para los meses de baja variabilidad se podría decir que estos indican que la variación es muy parecida, por lo cual no hay una representación importante de los modos de variabilidad siendo los volúmenes de residuos muy similares en su cantidad, mientras que para los meses de alta variabilidad sí existe una buena representación (Rodríguez, 2012).

El segundo trabajo de grado fue realizado por Colmenares & Vega (2015), en este se evaluó la relación volumen/cantidad en función de la variabilidad estacional e interanual de los residuos sólidos, para ello, se cuantificó la cantidad de residuos sólidos depositados y de lixiviados producidos en el relleno sanitario El Carrasco (Bucaramanga), durante el periodo enero/2007 y diciembre/2014. A través de la estadística descriptiva se analizó la variabilidad estacional y se calculó el ciclo anual de las variables involucradas en el estudio, mientras que para la variabilidad interanual se usó como indicador el Índice Oceánico de El Niño (ONI, por sus iniciales en inglés).

En la variabilidad estacional, se encontró que la relación volumen/cantidad de residuos sólidos está condicionada por los periodos climáticos, así, en los periodos secos se aumentan las cantidades de residuos sólidos y los valores de la relación disminuyen, mientras que en los periodos lluviosos se aumentan tanto los volúmenes de lixiviados como los valores de la relación. En la variación interanual para el fenómeno de El Niño las anomalías fueron positivas, ligadas al aumento de los residuos sólidos, y para el fenómeno de La Niña las anomalías fueron tanto negativas (asociadas al aumento de los lixiviados) como positivas (asociadas al crecimiento simultáneo de las dos variables de estudio).

Las cantidades de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario El Carrasco fueron variantes con aumentos y disminuciones significativas. Lo anterior podría estar asociado a la dinámica propia de los clientes, es decir, algunos municipios y empresas prestadoras del servicio público de aseo, solo unos meses del año dispusieron sus residuos en el relleno. Asimismo, el aumento en las cantidades de residuos estaría relacionado con el interés turístico que representa el AMB, y algunos municipios de Santander para los habitantes del país. Por su parte, las variaciones en los volúmenes de lixiviados estarían asociados al diseño, y a los periodos de remodelamiento y cárcavas ya clausuradas.

Sistemas de gestión hídrica

En cuanto a los sistemas de gestión hídrica se tiene la tesis de maestría realizada por Ortiz (2016), en esta se establecieron patrones de variabilidad climática, entre 1977-2013, asociados a los sistemas de gestión hídrica, en la subcuenca del río de Oro en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Bucaramanga (CDMB). Se trabajaron datos de caudal, precipitación y temperatura obtenidos de la CDMB y del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM).

Para la evaluación del sistema de gestión hídrica actual, se construyó el Índice de Evaluación del Sistema de Gestión (IESG), con el cual se evaluó el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), el Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca Hidrográfica (POMCA), y el Plan de Acción Trienal (PAT) y se diseñó un modelo conceptual de un sistema de gestión soportado por la variabilidad climática.

Se encontró que, durante el primer semestre del año, las variaciones estacionales e interanuales de la temperatura tienen una relación directa con las precipitaciones y los caudales y, en general, responden a las condiciones climáticas del país.

El sistema de gestión ambiental actual, responde a un compendio de normas y adaptaciones de instrumentos del orden nacional, mediados por los esfuerzos individuales tendientes al cumplimiento de unas metas. La principal fortaleza del modelo de gestión diseñado a escala estacional radica en que es una herramienta de apoyo para la toma de decisiones en la gestión hídrica de la CDMB, lo cual permite diferenciar entre épocas climáticas.

De este modo, las prácticas inadecuadas de la gestión de los recursos hídricos que se lleven a cabo en las cuencas, determinadas por la relación oferta – demanda, ponen de manifiesto la realidad de enfrentar de manera inmediata las problemáticas asociadas a su conservación y preservación (Andrade-Pérez & Navarrete-Le Bas, 2004; Díez-Hernández, 2005; Guerrero et al., 2006).

Basado en lo anterior, las sociedades avanzadas en términos medioambientales están reclamando progresivamente una gestión hídrica más respetuosa con el medio natural, que posibilite el disfrute de valores intrínsecos cada vez más apreciados, como los ecológicos, culturales, estéticos, recreativos y deportivos (Andrade-Pérez & Navarrete-Le Bas, 2004, García et al., 2012).

En tal sentido, es necesario que la gestión hídrica se aborde con un enfoque integrador de sus dos facetas como reserva hídrica y ambiental (Guerrero et al., 2006; Gaspari et al., 2013; IDEAM, 2015). Con esta premisa, la implantación de una gestión ambiental para las cuencas hidrográficas debe basarse en los regímenes de caudales (Leduc et al., 1997; Díez-Hernández, 2005) y del riesgo que estos representan sobre las comunidades (Sedano-Cruz et al., 2013).

Conclusión

Los resultados de los trabajos analizados demuestran que existe una relación directa de la variabilidad climática estacional e interanual con los residuos sólidos urbanos y con los sistemas de gestión hídrica. De este modo, el tema de la variabilidad climática debe ser entendido y adaptado antes de una concentración en el cambio

climático. De este modo, las autoridades ambientales están llamadas a establecer mejores estrategias de acción en función de una planificación ajustada a estas variaciones climáticas.

Referencias

- Andrade-Pérez, A., & Navarrete-Le Bas, F. (2004). *Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico*. (O. R. Caribe, Ed.) México D.F.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Bigg, G. (1996). *The oceans and climate*. First published. Cambridge University Press. Great Britain. 266 p.
- Colmenares, L., & Vega, Y. (2015). *Variabilidad estacional e interanual de la relación volumen/cantidad generada por los residuos sólidos del relleno sanitario El Carrasco, Área Metropolitana de Bucaramanga, 2007-2014*. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías. Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga.
- Díez-Hernández, J. (2005). Bases metodológicas para el establecimiento de caudales ecológicos en el ordenamiento de cuencas hidrográficas. *Ingeniería y Competitividad*, 7(2), 11-18.
- García, M., Piñeros-Botero, A., Bernal-Quiroga, F., & Ardila-Robles, E. (2012). Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 36, 60-64.
- Gaspari, F., Rodríguez-Vagaría, A., Senisterra, G., Delgado, M., & Besteiro, S. (2013). *Elementos hidrológicos para el manejo de cuencas hidrográficas*. Universidad de La Plata, La Plata.
- Gómez, J., & León, S. (2015). *Variabilidad estacional e interanual de los volúmenes de residuos sólidos urbanos del municipio de Lebrija durante los años 2006-2014*. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías. Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga.
- Guerrero, E., De Keizer, O., & Córdoba, R. (2006). *La Aplicación del Enfoque Ecosistémico en la Gestión de los Recursos Hídricos*. UICN, Quito.
- Hageback, J., Sundberg, J., Ostwald, M., Chen, D., Yun, X., & Knutsson, P. (2005). Climate variability and land-use change in Danagou watershed, China-examples of small-scale farmers' adaptation. *Climatic Change*, 72, 189-212.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*. IDEAM, Bogotá, D.C.

- Leduc, C., Bromley, J., & Schroeter, P. (1997). Water table fluctuation and recharge in semi-arid climate: some results of the HAPEX-Sahel hydrodynamic survey (Niger). *Journal of Hydrology*, 188, 123-138.
- Ortiz, A. (2016). Patrones de variabilidad climática asociados a los sistemas de gestión hídrica, subcuenca del río de Oro. Tesis de maestría. Facultad de Química Ambiental. Universidad Santo Tomás, Sede Floridablanca, Bucaramanga.
- Poveda, G. (2004). La hidroclimatología de Colombia: una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diaria. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 28(107), 201-222.
- Rodríguez, A. (2012). *Síntesis sobre la evaluación y proyección de la variabilidad interanual del clima relacionado con los fenómenos El Niño y La Niña*. Plan Regional Integral de Cambio Climático Región Capital. p 32.
- Sedano-Cruz, K., Carvajal-Escobar, Y., & Ávila, A. (2013). Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. *Revista Luna Azul*, 37, 219-238.
- Stewart, R. (2008). *Introduction to physical oceanography*. Department of Oceanography. Texas A & M University.

Uso de los agregados de concreto reciclado, en pavimentos flexibles

EDGAR HUMBERTO SÁNCHEZ COTTE¹
LUIS GUILLERMO FUENTES PUMAREJO²
HUGO ALEXANDER RONDÓN QUINTANA³
GILBERTO MARTÍNEZ ARGÜELLES⁴

Resumen

Los agregados de concreto reciclado (ACR) presentan un comportamiento heterogéneo en sus propiedades, asociado a la naturaleza de su composición (agregado natural y mortero). Este trabajo presenta una revisión del estado del conocimiento sobre el uso de los ACR en mezclas asfálticas en caliente. Los resultados reportados por los autores son variados; sin embargo, los ACR presentan un potencial interesante a ser estudiado. Las propiedades de absorción y desgaste son la debilidad más importante que presentan los ACR, lo cual incide en el desempeño mecánico y la durabilidad de las mezclas, lo que afecta sus propiedades volumétricas, el contenido de asfalto y la rigidez, entre otras propiedades.

Problema

Las mezclas asfálticas en caliente generan agotamiento de minerales de extracción en fuente natural (Mazumder, Sriraman, Kim, & Lee, 2016), de otra parte,

1 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: esanchez@udistrital.edu.co.

2 Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Correo electrónico: flfuentes@uninorte.edu.co.

3 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: harondonq@udistrital.edu.co.

4 Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Correo electrónico:garguelles@uninorte.edu.co.

los residuos de construcción y demolición (RCD) generados por los proyectos de construcción se han convertido en un problema para las grandes ciudades. Una disposición inadecuada de ellos, conlleva a una alteración de los suelos, generando impactos ambientales negativos (Rodríguez, Alegre, & Martínez, 2007). El concreto hidráulico hace parte de los materiales que conforman los RCD, material que, mediante un proceso adecuado de trituración, puede constituirse como agregado (ACR) en las mezclas asfálticas en caliente.

La metodología de este trabajo se basó en una revisión bibliográfica para identificar, en el estado del conocimiento, los resultados considerados más relevantes en el uso de agregados reciclados en pavimentos flexibles.

Resultados

Las mezclas asfálticas en caliente que contienen ACR tienen mayores vacíos de aire (V_a) con respecto a las mezclas convencionales, y este aumenta a medida que aumenta el porcentaje de ACR (Paranavithana & Mohajerani, 2006). El contenido agregado mineral (VMA) y los vacíos llenados con contenido de asfalto (VFA), también se ven afectados por la inclusión de los ACR en la mezcla asfáltica. Cuando aumenta el porcentaje de ACR, el VMA y el VFA aumentan, mientras que para otros estos valores disminuyen (Bhusal, Li & Wen, 2011).

Las mezclas asfálticas en caliente con contenidos de ACR, tienen contenido óptimo de asfalto mayor a las mezclas con agregados naturales (Lee, Du & Shen, 2012). Por tanto, cuando aumenta el porcentaje de ACR en la mezcla, aumenta la absorción de cemento asfáltico (Bhusal et al., 2011).

El módulo resiliente es una medida de la rigidez de un material elástico y se utiliza para determinar el diseño de la capa de asfalto AASHTO (Fatemi & Imaninasab, 2016). Cuanto mayor sea el módulo resiliente, mayor será la capacidad de carga (Paranavithana & Mohajerani, 2006). La tabla 1 muestra el comportamiento del módulo resiliente reportado por varios autores.

Tabla 1. Resultados reportado del Módulo Resiliente por varios autores

Investigador(es)	Módulo elástico (Resiliente)
Wong, Sun, & Lai, 2007 (6 and 45)	Aumenta
Paranavithana & Mohajerani, 2006 (franja gruesa (4.75-20mm.), 80 giros)	Reduce

Investigador(es)	Módulo elástico (Resiliente)
Paranavithana & Mohajerani, 2006 (franja gruesa (4.75-20mm.), 120 giros)	Reduce
Mills-beale & You, 2010 ((5, 25,40°C), (25, 35, 50, 75%))	Reduce cuando la T °C aumenta

Conclusión

Los resultados de las investigaciones analizadas proyectan los ACR como los residuos con mejores propiedades para ser utilizados en las mezclas asfálticas. Sin embargo, su utilización puede tener limitantes en la medida de la exigencia que tenga el pavimento. El aumento del contenido óptimo de asfalto en la mezcla, puede deberse a la condición física de absorción de los ACR, la cual debe ser investigada, al igual que el desgaste por abrasión, y las consecuencias que estas generan en el comportamiento mecánico y durabilidad de las mezclas asfálticas.

Referencias

- Bhusal, S., Li, X., & Wen, H. (2011). Evaluation of Effects of Recycled Concrete Aggregate on Volumetrics of Hot-Mix Asphalt. *Transportatio Research Board*, 36–39. <https://doi.org/10.3141/2205-05>
- Fatemi, S., & Imaninasab, R. (2016). Performance evaluation of recycled asphalt mixtures by construction and demolition waste materials. *Construction and Building Materials*, 120, 450–456. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.117>
- Lee, C.-H., Du, J.-C., & Shen, D. H. (2012). Evaluation of pre-coated recycled concrete aggregate for hot mix asphalt Cheng-Hsiao Lee, Jia-Chong Du and Der-Hsien Shen. *Construction and Building Materials*, 1.
- Mazumder, M., Sriraman, V., Kim, H. H., & Lee, S. J. (2016). Quantifying the environmental burdens of the hot mix asphalt (HMA) pavements and the production of warm mix asphalt (WMA). *International Journal of Pavement Research and Technology*, 9(3), 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2016.06.001>
- Paranavithana, S., & Mohajerani, A. (2006). Effects of recycled concrete aggregates on properties of asphalt concrete, 48, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2005.12.009>
- Rodríguez, G., Alegre, F. J., & Martínez, G. (2007). The contribution of environmental management systems to the management of construction and demolition waste : The case of the Autonomous Community of Madrid (Spain), 50, 334–349. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2006.06.008>

Residuos de concreto hidráulico, una alternativa hacia la sostenibilidad

EDGAR HUMBERTO SÁNCHEZ COTTE¹
LUIS GUILLERMO FUENTES PUMAREJO²
HUGO ALEXANDER RONDÓN QUINTANA³
GILBERTO MARTÍNEZ ARGÜELLES⁴
CARLOS ALBEIRO PACHECO BUSTOS⁵

Resumen

El concreto hidráulico es un material presente en los residuos de construcción y demolición (RCD) que, al triturarlo, conforma agregados que son sujeto de investigación como sustitutos de los agregados naturales. En este trabajo se evaluaron las propiedades físicas, mecánicas y químicas, siguiendo la normativa nacional, para estimar su potencial de aprovechamiento en proyectos de edificación e infraestructura. Los resultados muestran que los ACR podrían ser una opción viable para disminuir el impacto ambiental generado por la explotación de canteras. Algunas propiedades intrínsecas del material deben ser consideradas con especial cuidado, e.g., la absorción, y la degradación por abrasión.

1 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: esanchez@udistrital.edu.co.

2 Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Correo electrónico: flfuentes@uninorte.edu.co.

3 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: harondonq@udistrital.edu.co.

4 Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Correo electrónico: garguelles@uninorte.edu.co.

5 Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Correo electrónico: cbustosa@uninorte.edu.co.

Problema, objetivos y metodología aplicada

La industria de la construcción genera alta contaminación, casi en todos sus procesos (Shen & Tam, 2002), igual sucede con los residuos de construcción y demolición (RCD) (Yu, Wang, & Luo, 2013). El concreto hidráulico hace parte de los RCD y su trituración lo puede convertir en sustituto de los agregados naturales (Pasandín & Pérez, 2015).

El objetivo de este trabajo fue comparar el desempeño con base en la caracterización física, mecánica y química de un agregado natural de la región y de los ACR de dos fuentes, una vía (ACRV) y una edificación (ACRE) en la ciudad de Barranquilla. Los ACR se trituraron, para luego evaluar sus propiedades físicas, mecánicas y químicas, siguiendo la normativa estándar del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y, posteriormente, comparar y analizar su potencial utilización en proyectos de construcción, en comparación con los agregados naturales.

Resultados

Los resultados de los análisis físicos, mecánicos y químicos de los Agregados Naturales (AN) y los ACR se presentan en la tabla 1.

Tabla 1.

Características físicas, mecánicas y químicas de los Agregados Naturales (AN), los Agregados Reciclados de Vía (ACRV), y los Agregados Reciclados de Edificación (ACRE).

Resultados																
		AN					ACRV					ACRE				
Características		Pasan 1" Rete 3/4"	Pasan 3/4" Rete 1/2"	Pasan 1/2" Rete 3/8"	Pasan 3/8" Rete No. 4	Agregado fino	Pasan 1" Rete 3/4"	Pasan 3/4" Rete 1/2"	Pasan 1/2" Rete 3/8"	Pasan 1" Rete 3/4"	Agregado fino	Pasan 1" Rete 3/4"	Pasan 3/4" Rete 1/2"	Pasan 1/2" Rete 3/8"	Pasan 1" Rete 3/4"	Agregado fino
Absorción (%)		1.10	1.14	1.11	1.20	1.91	4.66	4.90	5.60	6.07	5.28	5.95	6.26	6.42	6.62	7.14
		1.16					5.28					6.17				
Densidad relativa SSS (g/cm ³)		2.623	2.621	2.622	2.590	2.604	2.452	2.453	2.406	2.395	2.443	2.443	2.446	2.427	2.426	2.579
		2.622					2.443					2.381				

Resultados															
Características		AN					ACRV					ACRE			
		Pasan 1" Rete 3/4"	Pasan 3/4" Rete 1/2"	Pasan 1/2" Rete 3/8"	Pasan 3/8" Rete No. 4	Agregado fino	Pasan 1" Rete 3/4"	Pasan 3/4" Rete 1/2"	Pasan 1/2" Rete 3/8"	Pasan 1" Rete 3/4"	Agregado fino	Pasan 1" Rete 3/4"	Pasan 3/4" Rete 1/2"	Pasan 1/2" Rete 3/8"	Pasan 1" Rete 3/4"
Mecánicos	DUREZA AGREGADO GRUESO														
	Desgaste en la máquina de los ángeles														
	500 revoluciones (%)	21.5	21.5	21.7	21.9	---	27.3	27.3	28.2	33.1	---	---	---	---	---
		21.5			---	27.3			---	31.6			---		
	100 revoluciones (%)	4.8			---	5.3			---	5.8			---		
	Degradación por abrasión en el	17.1			---	26.0			---	32.6			---		
	Resistencia mecánica por el método de 10% de finos														
	Valor seco (kN)	191.0			---	119.7			---	115.2			---		
	Valor húmedo (kN)	171.4			---	100.1			---	91.3			---		
	Relación húmedo/seco (%)	89.7			---	83.6			---	79.3			---		
Físicos	LIMPIEZA AGREGADO GRUESO														
	Impurezas en agregado grueso (%)	0.1			---	0.2			---	0.42			---		
	LIMPIEZA AGREGADO FINO														
	Límite líquido (%)	---			NP	---			NP	---			NP		
	Límite plástico (%)	---			NP	---			NP	---			NP		
	Índice de plasticidad (%)	---			NP	---			NP	---			NP		
	Equivalente de arena (%)	---			0	---			0.0				---	0	
	Valor de azul de metileno	---			1.2	---			1.8	---			3.8		
	GEOMETRÍA DE PARTÍCULAS AGREGADO GRUESO														
	Partículas planas y alargadas	6.5			---	5.5			---	95			---		
Caras fracturadas															
Una cara (%)	87.0				97.0			---	97			---			
Dos caras (%)	77.0				95.0			---	95			---			

		Resultados														
		AN					ACRV					ACRE				
Características		Pasan 1" Rete 3/4"	Pasan 3/4" Rete 1/2"	Pasan 1/2" Rete 3/8"	Pasan 3/8" Rete No. 4	Agregado fino	Pasan 1" Rete 3/4"	Pasan 3/4" Rete 1/2"	Pasan 1/2" Rete 3/8"	Pasan 1" Rete 3/4"	Agregado fino	Pasan 1" Rete 3/4"	Pasan 3/4" Rete 1/2"	Pasan 1/2" Rete 3/8"	Pasan 1" Rete 3/4"	Agregado fino
Químicos	Humedad superficial (%)	0.86	0.95	0.95	0.96	1.85	2.88	2.59	3.95	3.59	4.73	1.92	2.43	2.63	3.3	5.08
	Low of ignition (LOI) 550°C (%)	1.43	1.17	1.21	1.44	1.33	3.45	3.32	3.8	3.4	3.97	3.18	3.14	3.33	3.35	3.59
	pH	11.6	11.5	10.5	10.2	8	12.3	12	11.9	11.8	11.2	12.2	11.9	11.9	11.7	11

Conclusión

La incorporación de los ACR en la construcción de proyectos de edificación y/o infraestructura es una práctica que podría llegar a disminuir el impacto ambiental generado por la explotación de materiales de cantera. El mortero, que conforma los ACR, podría ser la causa del comportamiento de algunas de sus propiedades, las cuales deben ser estudiadas más a fondo; sin embargo, en las condiciones en que se presentan pueden ser utilizados con bajo compromiso estructural.

Referencias

- Pasandín, A. R., & Pérez, I. (2015). Overview of bituminous mixtures made with recycled concrete aggregates. *Construction and Building Materials*, 74, 151–161. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.10.035>
- Shen, L., & Tam, V. (2002). Implementation of environmental management in the Hong Kong construction industry. *International Journal of Project Management*. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786301000540>
- Yu, X., Wang, Y., & Luo, Y. (2013). Impacts of water content on rheological properties and performance-related behaviors of foamed warm-mix asphalt. *Construction and Building Materials*, 48, 203–209. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.06.018>

Smart Cities, una necesidad para Colombia

JUAN MANUEL SÁNCHEZ CÉSPEDES¹,
JUAN PABLO RODRÍGUEZ MIRANDA²
NANCY YANETH GELVEZ GARCÍA³

Resumen

Colombia se ha vuelto un país de población urbana, por lo cual las iniciativas *Smart Cities* se vuelven una solución para mejorar la calidad de vida de la gran mayoría de los habitantes en Colombia por las características que el concepto conlleva.

Palabras clave: *Smart Cities*, Tecnología, TIC, Urbano.

Introducción

Según datos del Banco Mundial, actualmente la población mundial asciende a 7.500 millones de personas, de los cuales, 4.000 millones habitan las zonas urbanas, esto equivale al 53,33% de la población mundial. Colombia tiene una población de 48,6 millones de habitantes, de los cuales 37,3 millones habitan en zonas urbanas, lo cual corresponde al 76,74% de la población total (Banco Mundial, 2016), porcentaje muy alto en comparación con el correspondiente a nivel global. Una de las razones que más ha contribuido en esta redistribución rural a urbana de la población colombiana es el conflicto armado que ha afectado al país por más de 60 años y ha

1 Profesor Asociado. Facultad de Ingeniería. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: jmsanchezc@udistrital.edu.co.

2 Profesor Titular. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: jprodriguez@udistrital.edu.co.

3 Profesor Asociado. Facultad de Ingeniería. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: nygelvezg@udistrital.edu.co.

obligado a gran parte de la población que vivía en las zonas rurales a desplazarse a las zonas urbanas buscando huir de la violencia presentada.

Con la finalización del conflicto armado con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) se puede pensar que la opción es que esta población vuelva a las zonas rurales, pero esto no es posible debido que la mayoría de la población ya se adaptó a la forma de vida que se presenta en las ciudades, muchos de ellos llegaron desplazados de la violencia en edades tempranas y para ellos no es una opción posible el regreso a sus regiones de origen, porque ya desconocen el estilo de vida en ellas. Adicionalmente, el hecho que se haya terminado el conflicto con la guerrilla de las FARC no quiere decir que todo el territorio nacional, en especial ciertas zonas rurales, se encuentren en paz, esto porque los espacios ocupados por las FARC, están siendo ocupados por otras organizaciones al margen de la ley, como disidencias de la guerrilla, el Ejército de Liberación Nacional (ELN) o las bandas criminales (*BACRIM*) por ejemplo, debido a la falta de gobernabilidad del Estado en estas regiones.

Resultados

Con lo anteriormente expuesto, es claro que Colombia es un país de gran predominancia urbana en su población. En tal sentido, se hace necesario que las zonas urbanas se desarrollen bajo criterios de sostenibilidad, en busca del bienestar de sus habitantes. En dirección a ello, se han desarrollado iniciativas como las llamadas *Smart Cities*. Estas iniciativas consisten en el incremento de la tecnología al servicio de los ciudadanos para favorecer un desarrollo urbano sostenible, estimulen su proceso de transformación y ayuden a mejorar la calidad de vida de sus habitantes (DYNA, 2015). A continuación, se sintetiza el concepto de *Smart Cities*.

En la actualidad, muchos investigadores han realizado una revisión del concepto de *Smart Cities* desde la perspectiva social y económica (Branchi, Fernández-Valdivielso, & Matías-Maestro, 2015). Pero ha sido difícil definir con precisión qué es una *Smart City*, por la gran diversidad de dimensiones que incorpora el concepto.

Una aproximación es la desarrollada por el Parlamento Europeo que considera que una ciudad es inteligente si tiene al menos una iniciativa *Smart* en los ámbitos de la economía, la gestión de la movilidad, el medio ambiente y la gobernanza, entre otros (DYNA, 2015). Pero bajo esta definición es claro y aceptado por todos que el concepto *Smart* está asociado al uso de la Tecnología, en especial de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), que deben apropiarse por las personas que componen una sociedad, para mejorar su calidad de vida, lo cual es llamado apropiación social (Sagástegui Rodríguez, 2005).

Bajo esta perspectiva, el concepto de *Smart City* es mucho más amplio que la implementación de Tecnología en la ciudad, este apunta a que una *Smart City* es “una comunidad urbana en la que la dimensión tecnológica más innovadora se suman los aspectos del desarrollo sostenible, cuyos criterios de eficiencia económica y equidad social y medioambiental son principios- guías para una ciudad confortable, segura e inteligente” (Berra, 2013). Por tal motivo, varios investigadores han establecido varios principios que deben tener una *Smart City*:

1. Utilización de la infraestructura de redes para mejorar la eficiencia económica y política, y promover los desarrollos social y cultural urbanos (Hollands, 2008).
2. Énfasis en el liderazgo del negocio del desarrollo urbano (Caragliu, Del Bo, & Nijkamp, 2011).
3. Una fuerte atención a incluir a la totalidad de los residentes urbanos a través de la extensión de los servicios públicos (Berra, 2013).
4. Énfasis en el papel de las industrias creativas de alta tecnología en el crecimiento urbano a largo plazo (Hollands, 2008).
5. Destacar el papel del capital social y relacional en el desarrollo urbano (Berra, 2013).
6. La sostenibilidad social y medio ambiental como el principal componente estratégico de la ciudad inteligente (Berra, 2013).

Conclusiones

Se evidencia que en Colombia, por causas del conflicto armado se presentó una gran migración de las zonas rurales a las urbanas que la convirtió en un país eminentemente urbano. Para enfrentar este fenómeno, se hace necesario mejorar la calidad de vida de las ciudades con el uso de las tecnologías, lo que se convierte en una herramienta clave para este propósito.

De esta manera, las iniciativas tipo *Smart Cities* se vuelven vías idóneas para el desarrollo de una sociedad urbana sostenible con altos niveles de calidad de vida.

Referencias

- Banco Mundial. (2016). *Urban population Data*. Retrieved from <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL>
- Berra, M. (2013). De la ciudad digital a la ciudad incluyente. La construcción de un capital sociotécnico. (Spanish). *From the Digital to the Inclusive City The Construction of Socio-Technical Capital*. (English), 28(79), 7–49. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=91712447&site=ehost-live>
- Branchi, P. E., Fernández-Valdivielso, C., & Matías-Maestro, I. R. (2015). Metodología para evaluar el impacto de la incorporación de nuevas tecnologías en ciudades inteligentes. *DYNA-Ingeniería E Industria*, 90(3).
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- DYNA (2015). El reto no solo tecnológico de las smart cities. *DYNA-Ingeniería E Industria*, 90(3), 241.
- Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? *City*, 12(3), 303–320. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>
- Sagástegui Rodríguez, D. (2005). La apropiación social de la tecnología. Un enfoque sociocultural del conocimiento. *Revista Razón y Palabra*, 9(49), 1–18. Retrieved from <http://www.razonypalabra.org.mx/antiguos/n49/bienal/Mesa12/DianaSagastegui.pdf>

Necrosis celular inducida en el retamo espinoso a través de criogenización e infección

JOHANA A. SANGUINO FERNÁNDEZ¹

Resumen

El retamo espinoso (*Ulex europaeus*), es una especie vegetal invasora peligrosa por sus características fisiológicas, botánicas, dendrológicas y ecológicas, estableciéndose por diferentes continentes del mundo, al encontrar las condiciones **óptimas para** colonizar y propagarse, lo que representa peligrosidad en frágiles ecosistemas nativos. Entidades gubernamentales y académicas han generado alternativas para su erradicación sin obtener resultados satisfactorios, es así que esta propuesta se basa en el principio de necrosis o muerte celular a través de la criogenia e infección en el retamo con el hongo *Colletotrichum lindemutatum*, a fin de implementar un método combinado que genere la necrosis en retamo como un método de control.

Palabras clave: Necrosis, criogenia, lisis, retamo espinoso (*Ulex europaeus*), invasora, *Colletotrichum lindemutatum*,

Introducción

Hace 50 años aproximadamente, se introdujo en Colombia una especie foránea llamada retamo espinoso (*Ulex europaeus*) que, por su facilidad de propagación y características dendrológicas (arbusto espinoso que puede alcanzar hasta 5 metros de altura), fue escogido para sembrarlo como cerca viva en los alrededores del embalse La Regadera ubicado en la localidad de Usme de la ciudad de Bogotá D.C. No

1 Estudiante Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

obstante, esto fue una pésima y peligrosa decisión que hoy en día tiene en jaque a especies nativas como el frailejón y por ende la existencia de los ecosistemas de bosque alto andino y páramo, que a su vez son los generadores de agua para la ciudad capital de Colombia y pueblos aledaños.

El problema radica en que el retamo espinoso (*Ulex europaeus*), encontró en Colombia un hábitat perfecto para reproducirse por las condiciones climáticas, edafológicas e hídricas con las que cuenta el país. Esta especie, a través de sus ramas, genera una especie de comportamiento análogo a tentáculos, que al crecer, ahogan a los frailejones del páramo de Sumapaz y otras especies nativas, cada flor del retamo produce frutos en forma de vainas, las cuales pueden contener hasta 50 semillas, cuando se elevan las temperaturas el fruto estalla y la semilla se puede dispersar hasta 600 metros de distancia y como si fuese poco esta semilla es tan resistente que puede generar un banco de semillas latentes hasta por 30 años. Adicionalmente, las semillas de estos arbustos presentan un alto contenido de grasa, que al reaccionar con altas temperaturas produce incendios forestales. Es así que esta planta está incluida en la lista de 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Desde la academia y el sector privado, se ha tratado de controlar la propagación de esta especie invasora a través de la aplicación de herbicidas como el glifosato, sustancias como aceite quemado, erradicación manual y mecánica, quemas, sombreado artificial, inclusión de otras especies nativas, para controlar la propagación del retamo, pero todo ha sido infructuoso, el retamo espinoso nuevamente crece y muchas veces con más potencia. De acuerdo con investigaciones realizadas por el Jardín de Botánico de Bogotá, se afirma que tan solo en los últimos cinco años la invasión se ha triplicado, estimándose en promedio una invasión de 15.000 hectáreas en la capital colombiana.

En este contexto y teniendo en cuenta que los métodos para el control y eliminación del retamo espinoso (*Ulex europaeus*) no han sido exitosos y que por lo contrario esta especie invasora se ha expandido de manera incontrolable, se hace necesario generar nuevas alternativas para su manejo, control y, por qué no, pensar en su erradicación de estos frágiles ecosistemas (bosque alto andino y páramos).

La alternativa que se plantea en el presente proyecto consiste en la aplicación de la criogenia en el retamo provocando lisis celular y así generar un debilitamiento en la especie para que el hongo encuentre las condiciones óptimas, la oportunidad de infectarlo y dañar todo el individuo, inclusive su reproducción.

Metodología

Se pretende, a través de la combinación de la criogenia por medio de nitrógeno líquido y la infección con el hongo *Colletotrichum lindemutatum*, producir necrosis en el retamo espinoso (*Ulex europaeus*) y, por lo tanto, muerte de la planta, de sus rebrotes y de sus frutos.

El nitrógeno líquido es un químico extremadamente frío, con una temperatura aproximada de -200°C , este líquido congela instantáneamente cualquier elemento que toca y generalmente se utiliza para destruir células que conforman tejido enfermo o canceroso. El tejido que ha sido congelado se seca y se estimula su desprendimiento. (García, 2008)

Una vez producida la necrosis del tejido vegetal, se infecta la planta con el hongo *Colletotrichum lindemutatum*. El mayor daño económico se presenta cuando el hongo ataca a los frutos, provocando la pérdida de hasta el 50% o más en la cosecha. La enfermedad causada por los hongos pertenecientes a este género se denomina antracnosis. La habilidad de producir enfermedades latentes sitúa a estos hongos como los más importantes en la poscosecha, además una sola especie de *Colletotrichum* puede infectar múltiples hospederos (García, 2008).

La primera fase de esta investigación se realizará en el sendero ubicado el costado oriental del parque Nacional en la ciudad de Bogotá, conocido como el camino hacia los tanques del silencio, ya que en esta zona se encuentra una alta densidad de retamo espinoso; allí, de manera manual, se asperjará nitrógeno líquido sobre seis parcelas de 10 individuos cada una, y posteriormente se infectarán tres parcelas con el hongo *Colletotrichum lindemutatum*. Lo anterior, con el propósito de observar el comportamiento de cada parcela al efecto del nitrógeno líquido sin infección y aquellas inducidas a infección, a fin de conocer el tiempo de muerte con respecto al número de individuos y la viabilidad de las rebrotes y semillas.

Referencias

García S., M. (2008). Análisis de ideomorfos MAT en *Colletotrichum lindemuthianum*. Tesis para optar al grado de doctora en Ciencias. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. México.

La gestión integrada del recurso hídrico¹

FREDDY A. SANTIAGO MOLINA²

Sobre las cuencas hídricas gravitan fenómenos que son el resultado de la dinámica socioeconómica y territorial de sus entornos: inestabilidad de suelos, contaminación por residuos líquidos y sólidos, usos del suelo en conflicto, y expansión irregular de actividades urbanas, entre otros. Dichos fenómenos generan problemas que están asociados principalmente a degradación de suelos y aguas; pérdida de la capacidad hidráulica de los arroyos; ausencia de una clara ordenación del territorio; duplicidad, traslapeo y conflicto de funciones entre los organismos ambientales con jurisdicción sobre la cuenca, con la consecuencia de una débil administración y control del ordenamiento ambiental del territorio.

En el presente trabajo, se propone que la *Gestión Integral de las cuencas* se enmarque en el enfoque metodológico de *Fuerzas Motrices – Presión – Estado – Impacto – Respuestas*, FMPEIR, desarrollado por el PNUMA, el cual analiza las interrelaciones entre la sociedad humana y el medio ambiente haciendo énfasis en los servicios de los ecosistemas y su relación con el bienestar humano.

La *Gestión Integral* propuesta apunta a orientar los procesos de ordenamiento local reconociendo la diversidad territorial y ecosistémica, a partir de las necesidades de las poblaciones vulnerables.

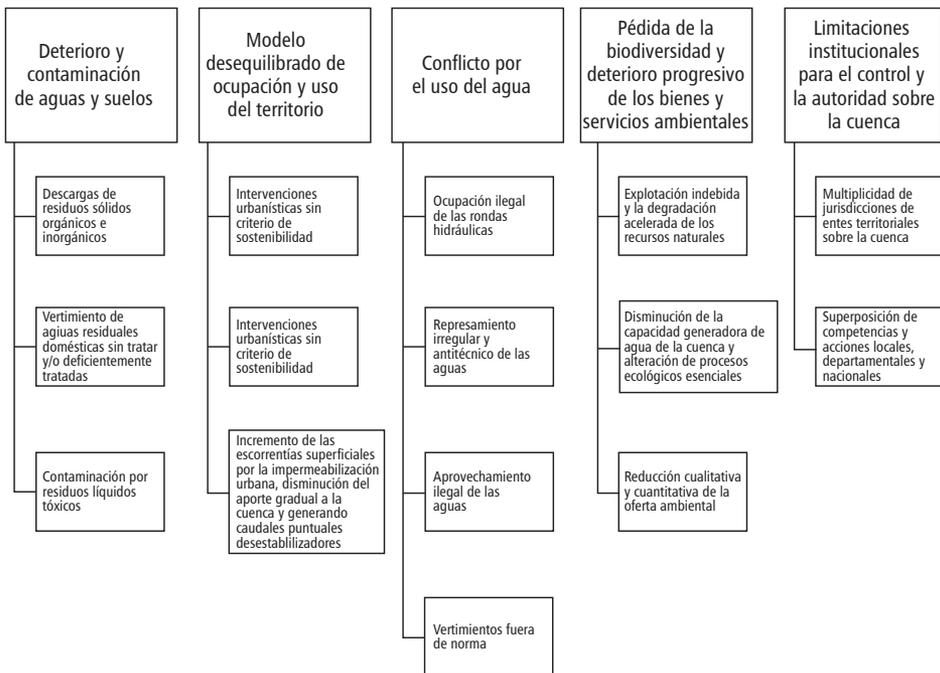
1 La presente exposición recoge los aspectos más relevantes de las propuestas y conclusiones de la investigación *Propuesta de Plan de Gestión Integrada de la cuenca del Arroyo León - Hondo en el Occidente del Suelo Urbano del Distrito de Barranquilla* realizada por el autor para su proyecto de grado en la Especialización en *Gestión Ambiental Urbana*.

2 Arquitecto, Especialista en Gestión Ambiental Urbana, Magíster en Planificación y Administración del Desarrollo Regional. Consultor. Profesor Catedrático e Investigador Sénior del grupo "Arquitectura Bioclimática" (Cat. A) Programa de Arquitectura de la Universidad Autónoma del Caribe. Correo electrónico: santiagomolinn@yahoo.com

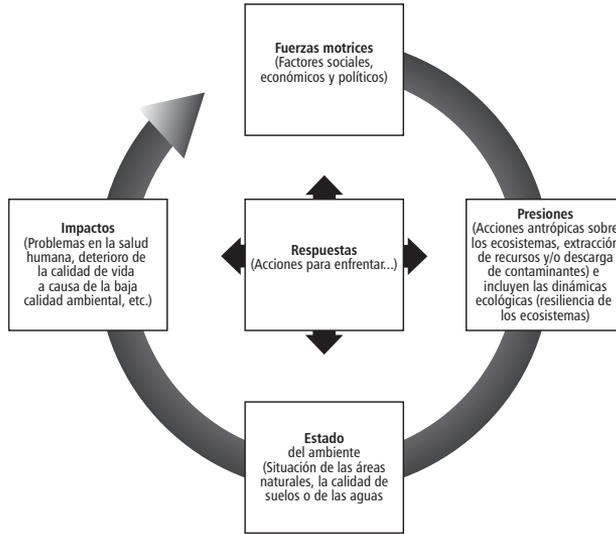
Para lograr la *Gestión Integral de Cuencas* se debe: definir un nuevo esquema de coordinación; formular un plan de control y prevención de riesgos; estructurar un modelo de uso y ocupación del territorio que responda a la gestión integral pretendida.

Las cuencas se deben reconocer como “...una unidad hidrológica práctica para la gestión de recursos hídricos. (...)” (GWP e INBO, 2009), en dirección a lo cual es necesario aceptar que la gestión integral del recurso hídrico necesariamente pasa por la gestión integral de las cuencas.

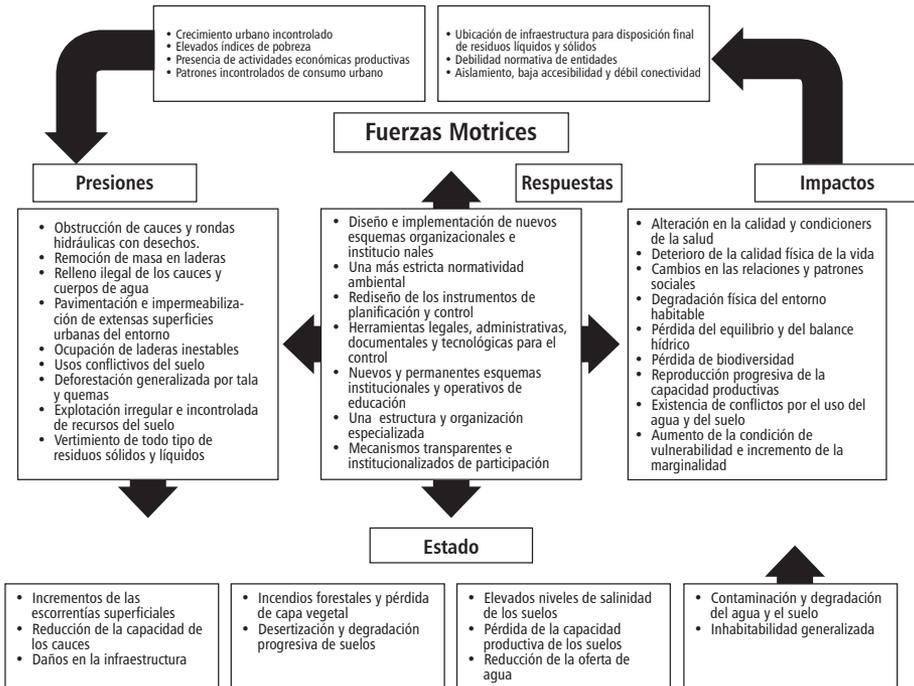
El ámbito problemático general de las cuencas se sintetiza en el siguiente gráfico:



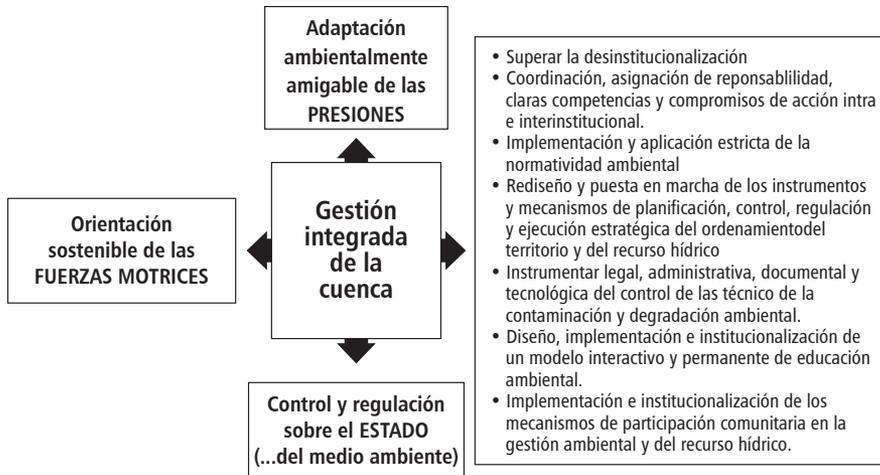
El enfoque metodológico utilizado para análisis es el *FMPEIR* (*Fuerzas Motrices – Presión – Estado – Impacto – Respuestas*) planteado por el PNUMA (2010) para cubrir y analizar “...las interrelaciones entre la sociedad humana y el medio ambiente haciendo énfasis en los servicios de los ecosistemas y su relación con el bienestar humano”.



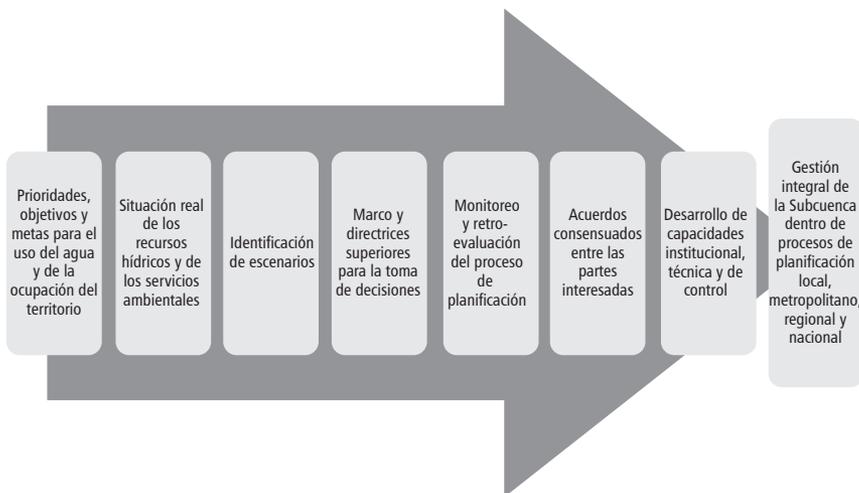
La aplicación del método *FMPEIR* permitió obtener el siguiente análisis para una cuenca:



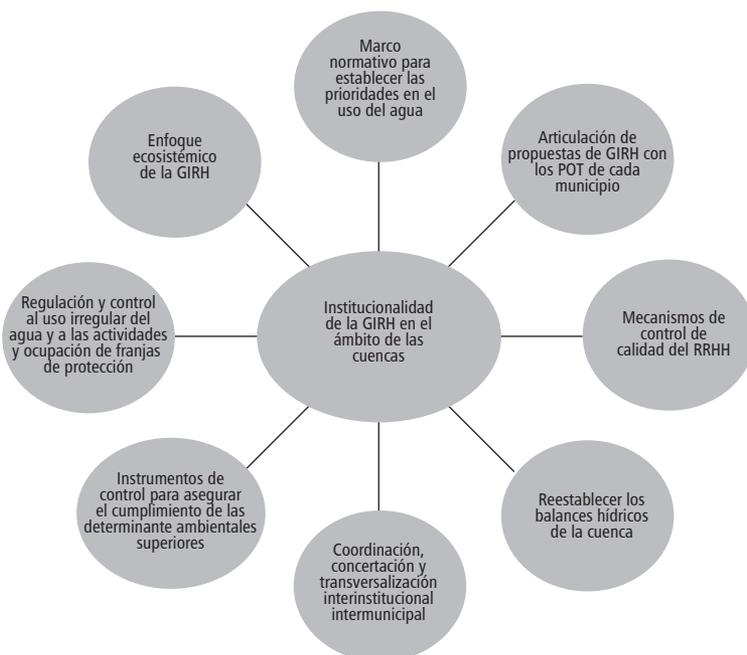
Este análisis de la cuenca concluye en que la *Gestión Integrada de la cuenca* debe apuntar en dirección a:



La planificación ambiental de la cuenca surge como una condición *sine qua non* para su gestión integral bajo la óptica de la GIRH:



Partiendo de entender y asumir que la *gestión integral del recurso hídrico* necesariamente pasa por la *gestión integral de las cuencas*, se propone entonces un sistema de gestión que las integre de la siguiente manera:



Referencias

Global Water Partnership (GWP) & International Network of Basin Organizations (INBO) (2009). *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas*. Londres: Publicación GWP-INBO.

Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2010). *Perspectivas del Medio Ambiente. América Latina y el Caribe GEO ALC3*. Panamá: PNUMA.

Gestión ambiental: aplicaciones en una ciudad sostenible

CARLOS ZAFRA MEJÍA¹

JUAN PABLO RODRÍGUEZ MIRANDA²

CESAR GARCÍA UBAQUE³

Resumen

Se presenta una revisión de la importancia de incluir la gestión ambiental en la planificación y ordenamiento de una ciudad sostenible, según las condicionantes de los objetivos ambientales y de esta forma tener la posibilidad de una implementación según el tipo y clase de gestión ambiental.

Palabras clave: gestión ambiental, ciudad sostenible, planificación ambiental

Introducción

Es importante mencionar que existen instrumentos como el plan estratégico de gestión ambiental (políticas y estrategias ambientales a ser desarrolladas en cada jurisdicción territorial y el cual tiene tres elementos básicos: diagnóstico ambiental territorial, soluciones estratégicas y mecanismos de seguimiento y evaluación) y el plan de acción ambiental (instrumento operativo de compromiso y ejecución ambiental de las soluciones estratégicas y el cual tiene tres elementos básicos:

1 Profesor Titular. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: cazamej@yahoo.com

2 Profesor Titular. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: jprodriguez@udistrital.edu.co.

3 Profesor Asociado. Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Correo electrónico: cgarciaubaque@gmail.com.

diagnóstico ambiental territorial, soluciones estratégicas y mecanismos de seguimiento y evaluación).

Existe una diferencia entre gestión ambiental y planificación ambiental: la primera consiste en un conjunto de actividades conducentes al manejo integral del sistema ambiental; y la segunda debe entenderse como el proceso continuo de transformación de información en conocimiento y de toma de decisiones respecto a la situación ambiental de un espacio geográfico, capaz de orientar el desarrollo en un marco de sustentabilidad y que dinamiza una política ambiental (Sheila, 2004; Millar, 2005). Sin embargo, ambas quedan integradas en el contexto de la política ambiental, el desarrollo territorial y las políticas sectoriales.

Materiales y métodos

El método aplicado en esta presentación, según el análisis y alcance de los resultados, fue del tipo explicativo, dado que tuvo como objetivo determinar los orígenes o causas de un determinado conjunto de fenómenos. A su vez, se usó como fuentes documentales, tres trabajos de pregrado, trabajo de grado de maestría y de doctorado.

Resultados y discusión

En cuanto a la gestión ambiental enfocada a los sistemas de producción o productos, tiene propósitos en la minimización de impactos ambientales del proceso mismo de producción pero con un enfoque claro del manejo del ciclo de vida del producto, en muchos casos delimitando el ciclo de vida (materias primas, proveedores, procesos, productos, emisiones y residuos) y adaptando decisiones y metas estratégicas.

De manera general, dicha gestión se centra en los sistemas de producción o productos, en la mayoría de las veces apunta a solucionar problemas y temas ambientales inmediatos y de corto plazo; esto, debido a la racionalidad de la inversión en costos ambientales o a la ausencia de inversión en ellos, falta de dirección estratégica en temas ambientales y la concepción equívoca de intervenir problemas ambientales conocidos o previstos de manera puntual y no de manera integral en un sistema de gestión ambiental (Harrison, 1996).

Por ello, se pueden presentar etapas de maduración de la gestión ambiental, que pueden ser de diversos tipos: **reactivo** (resistencia a cumplir con la normatividad ambiental hasta ser obligado); **responsable** (se centra en el pasado con la información ambiental y luego se da una visión retrospectiva del sistema con relación al cumplimiento con la normatividad ambiental); **proactivo** (gestiona los temas

ambientales creando escenarios sobre los mismos, inclusive algunos no regulados); y **competitivo** (administra los aspectos ambientales con un enfoque competitivo).

Lo anterior expone un cambio de enfoque tradicional en la gestión ambiental y desde luego en la manera de aplicación. Además, pueden existir diferentes alternativas para la gestión ambiental aplicada a sistemas de producción o productos, consideradas a largo, mediano o corto plazo según el plan estratégico adoptado, pero son de interesante aplicación para toma de decisiones según el conocimiento y la información que se tenga del proceso, actividad, proyecto o servicios.

Dentro de las alternativas de gestión ambiental se pueden mencionar: el análisis de riesgos ambientales (*risk assessment*); estudio de impacto ambiental (*environmental impact assessment*), la auditoría ambiental (*environmental auditing*); la evaluación del comportamiento ambiental (*environmental performance evaluation*); el análisis del flujo de sustancia (*substance flow analysis*); el análisis de material y energía (*energy and material analysis*) (CAF, 2009); así mismo, la gestión integral de sustancia (*integrated substance chain management*); el análisis de línea de producto (*product line analysis*); y el análisis del ciclo de vida (*life cycle assessment*) (De Carvalho, 2001).

Conclusión

La gestión ambiental aplicada en una ciudad sostenible, tiene muchas clases y tipos que se pueden implementar según los objetivos ambientales se quiera cumplir, y según la planificación ambiental y ordenamiento de los activos ambientales que se deseen implementar.

Referencias bibliográficas

- Andrade-Pérez, A., & Navarrete-Le Bas, F. (2004). *Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico*. México D.F.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- CAF. (2009). *Caminos para el futuro. Gestión de la infraestructura en América Latina*. Caracas, Venezuela: Corporación andina de fomento (CAF).
- De Carvalho F.A. (2001). *Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento - aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Díez-Hernández, J. (2005). Bases metodológicas para el establecimiento de caudales ecológicos en el ordenamiento de cuencas hidrográficas. *Ingeniería y Competitividad*, 7(2), 11-18.

- García, M., Piñeros-Botero, A., Bernal-Quiroga, F., & Ardila-Robles, E. (2012). Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia. *Revista de Ingeniería*, 36, 60-64.
- Gaspari, F., Rodríguez-Vagaría, A., Senisterra, G., Delgado, M., & Besteiro, S. (2013). *Elementos hidrológicos para el manejo de cuencas hidrográficas*. La Plata: Universidad de La Plata.
- Guerrero, E., De Keizer, O., & Córdoba, R. (2006). La aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión de los recursos hídricos. Quito: UICN.
- Harrison L. (1996). *Manual de auditoría medioambiental. Higiene y seguridad*. México D.F.: McGraw Hill Interamericana editores S.A.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Bogotá, D.C.: IDEAM.
- Leduc, C., Bromley, J., & Schroeter, P. (1997). Water table fluctuation and recharge in semi-arid climate: some results of the HAPEX-Sahel hydrodynamic survey (Niger). *Journal of Hydrology*, 188, 123-138.
- Millar, D. (2005). *Urban environmental planning: Policies instruments and methods in an international perspective*. UK.
- Sedano-Cruz, K., Carvajal-Escobar, Y., & Ávila, A. (2013). Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. *Revista Luna Azul*, 37, 219-238.
- Sheila, S. (2004). *Earthly politics: local and global in environmental governance (Politics, Science, and the Environment)*. USA.