



EXPERIENCIA PEDAGÓGICA EN INVESTIGACIÓN SOBRE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE, CON FORMACIÓN INTEGRAL Y PROYECCIÓN SOCIAL

Hernán Carvajal Osorio

**Universidad La Gran Colombia
Bogotá, Colombia**

Resumen

El ejercicio pedagógico que aquí se presenta, partió del desarrollo de un proyecto de investigación a cargo del autor que se ha extendido como práctica docente exitosa por su metodología integradora, en el Programa de Ingeniería Civil, Universidad La Gran Colombia, Bogotá. Ha representado un impacto positivo en los procesos de aprendizaje junto con la formación investigativa de los estudiantes, a la vez aportando a un proyecto marco de investigación; de esta manera, y siguiendo directrices de responsabilidad social de la Universidad, se cumplen las funciones fundamentales: docencia, investigación y proyección social. Se ha realizado bajo la dirección y aportes del autor con participación de estudiantes en el Grupo VITRASOS del Semillero de Investigación en vías y transporte de la Facultad de Ingeniería; a su vez satisfaciendo necesidades de aprendizaje y cumplimiento de requisitos académicos en las asignaturas: Investigación I, Investigación II y Seminario de Grado, en la mayoría de los casos terminando con trabajos de grado. El proyecto marco investigó sobre la movilidad en Bogotá, proponiendo soluciones para su mejoramiento y, por ende, de la calidad de vida del ciudadano, por medio de un sistema de transporte público tipo tren ligero, amigable al medio ambiente y de características favorables a condiciones de vías con limitación espacial.

A través de amplia difusión de resultados y el intercambio de intereses y experiencias con otros pares y empresas, se cumplieron los propósitos de proyección social; actualmente, como parte de los resultados, se estudia posible registro como prototipo industrial el diseño funcional de estación especial para fácil acceso al transporte público. Otros resultados: 10 trabajos de grado finalizados con titulación de 15 ingenieros, publicación de dos artículos y edición (en proceso) de un libro, así como la presentación en tres congresos internacionales y dos nacionales. Se obtuvo apoyo

económico parcial en convocatoria, del Fondo de Desarrollo de la Educación Superior – FODESEP, del Ministerio de Educación Nacional. También, la Universidad reconoció este proceso en Convocatoria (2016) como experiencia pedagógica significativa.

Palabras clave: formación investigativa; formación integral; experiencia pedagógica; investigación en movilidad urbana

Abstract

This pedagogic exercise came out of a research work performed by the author by applying an integrating methodology in the Civil Engineering Program of the Universidad La Gran Colombia, Bogota. It added a positive impact to teaching for being a learning process with the induction of students to research and, at the same time, in support to an investigation project. In this way University's social responsibility obligations were fulfilled through the main functions of teaching, research and social projection. This exercise performed under the author's direction and with contributions has been accompanied by civil engineering students participation in the research seed group VITRASOS on transport subjects of the Engineering School, at the same time fulfilling academic requirements of the courses: Research I, Research II and Research Seminar. Also, most of the participating students completed their final thesis work for graduation. The project considered Bogota's mobility problem in order to propose improving solutions to increase quality of life by the implementation of a light train line (LRT) for public transport, as a mean to contribute to environment preservation and with the capacity to operate under spatial limitations. Social projection objective were obtained through experiences exchanges and ample results divulgation. One of the main results, a conceptual design of a special LRT station, is being considered for registration as an industrial prototype. Other results consisted on graduation of 15 engineering students with 10 thesis works, publication of two articles and the edition (in press) of a book describing project results. Also, the project has been presented in three international congresses and two national congresses. Partial economic support was obtained from the Ministry of Education's Fund for the Development of High level Education (FODESEP). Also, the University recognized this work in a recent contest as a special and significant pedagogic experience.

Keywords: formation on research; integrating formation; pedagogic experience; urban mobility

1. Introducción

Se presenta como una experiencia pedagógica significativa de esta Universidad La Gran Colombia, Bogotá, el desarrollo de un proyecto de investigación marco dirigido por el autor que, trascendiendo en forma transversal en varias de las áreas de formación del Programa de Ingeniería Civil, ha contribuido considerablemente en la formación integral de sus estudiantes, a la vez, con proyección social sobre el tema de movilidad urbana aplicado a la ciudad de Bogotá. En este ejercicio docente e

investigativo participan estudiantes, bajo la dirección del autor, en el Grupo VITRASOS (Vías y Transporte Sostenibles), que forma parte del Semillero VITRA de esta Universidad (categorizado por COLCIENCIAS). A la vez de cumplir con el compromiso de una formación integral, los estudiantes satisfacen los requisitos académicos en las asignaturas: Investigación I, Investigación II y Seminario de Grado. Estos espacios académicos forman parte de una cadena del núcleo de investigación que se extiende a lo largo de toda la Carrera y se inicia con el desarrollo de competencias comunicativas y tratamiento de la epistemología de la ciencia y la ingeniería, culminando la mayoría de las veces en proyectos de grado entre varias opciones de finalización.

Este ejercicio docente y discente ha logrado convertir dicho accionar en medio práctico para contribuir con rigurosidad a las políticas y estrategias de responsabilidad social de la Universidad, a través de las propuestas y planteamientos que, en forma consistente, se hacen desde el Grupo VITRASOS, con planteamientos de posibles soluciones a una de las problemáticas socioeconómicas más importantes de la Ciudad de Bogotá: la movilidad urbana que, desafortunadamente, está lejos de una apropiada sostenibilidad por presentar inconsistencia en la política de movilidad (Veeduría, 2015), con fallas notorias en infraestructura, generando impactos negativos en la calidad de vida (Marín, 2011), ciertamente pudiendo afectar la competitividad de la Capital del País, con trascendencia en el desarrollo nacional.

Este trabajo se realizó en seguimiento a las políticas de esta Universidad que promueven el sentido social-participativo y comunitario del quehacer académico, presentando la investigación como uno de los instrumentos de la formación integral, planteando que ésta (PEI, 2016) (subrayado del autor): “...implica la formación de profesionales éticos, competentes, capaces de insertarse en los procesos de desarrollo científico y tecnológico del país y del mundo globalizado; profesionales investigadores capaces de generar y circular el conocimiento, ... comprometidos con el desarrollo socio cultural...” De aquí se inspiró la metodología aplicada como ejercicio pedagógico que permitiese integrar la formación en investigación con su proyección social a través del desarrollo del proyecto de investigación, cumpliendo así con las funciones fundamentales de: docencia, investigación proyección social.

Como parte del proyecto marco de investigación (Carvajal-Osorio, et al., 2013; Carvajal-Osorio, 2015, 2016), se han desarrollado ya varias propuestas, incluyendo estudios de sostenibilidad, además de desarrollos con modelación computarizada, por ejemplo, de diseño conceptual de pasos elevados para el tren ligero en dos de las intersecciones más importantes sobre la Carrera 7ª de Bogotá (Callejas, et al., 2016), con estudios estructurales básicos completados por Osorio (2015) y Fernández et al.(2016), así como estudios simulados de comportamiento de tráfico vehicular mixto en dicha avenida (Velasco, 2015), entre otros. Después de sustentación exitosa de este sub-proyecto, dos de los estudiantes se graduaron como ingenieros electricista, el tercero en proceso.

Dentro de esta esta experiencia y desde sus inicios en 2013, se completó diseño conceptual y funcional de una estación especial para espacios angostos, que

facilitaría el acceso al sistema del LRT de los pasajeros desde una plataforma elevada avenida (Carvajal-Osorio et al., 2013), esto dificultado en la Carrera 7ª por la existencia de edificios de patrimonio histórico y modernos de altura. Actualmente se estudia posibilidad de registro de propiedad, donde el proyecto contó con apoyo económico parcial en convocatoria 2014, del Fondo de Desarrollo de la Educación Superior – FODESEP, del Ministerio de Educación Nacional.

2. Metodología

La Figura 1 muestra esquemáticamente el proceso que se sigue en esta experiencia pedagógica integrada, con los tres pilares que la conformaron: investigación, formación en investigación y proyección social, indicando además su interrelación y los apoyos que recibe a través de sendos convenios. Desde su inicio, se estableció en la Facultad una línea de investigación y un proyecto marco, dentro del Grupo de investigación principal (categorizado en COLCIENCIAS) “Ingeniería Civil en y para ámbitos urbanos”. El proyecto marco se ha venido trabajado, bajo la dirección y aportes del autor, con participación significativa del Grupo VITRASOS, parte del Semillero de investigación VITRA, desarrollando sub-proyectos que giran alrededor del tema central sobre movilidad en Bogotá. Así se ha atendido (el proyecto marco continúa con otros alcances mayores, como se explica más adelante) diferentes problemas específicos planteados en cada caso. Los detalles de las formas de participación de los actores en el proyecto marco pueden verse en la Figura 2, donde también se indican los tipos de productos esperados de los resultados.

Dicho desarrollo liderado por el suscrito, ha permitido realizar en forma práctica el proceso de inducción e inicio a la investigación de los estudiantes semilleros del Programa de Ingeniería Civil, donde también participaron como co-asesores otros docentes de la Facultad, más cuando se tocaron aspectos más especializados. Adicionalmente, cada estudiante cuenta con la ayuda de un asesor metodólogo para el trabajo de grado y su correspondiente monografía de grado, éstos designados por la Coordinación de Investigaciones de la Facultad. La participación en el Semillero es voluntaria y ocurre luego de que se presenta a grupos de estudiantes los proyectos en marcha en la Facultad a cargo de los varios docentes investigadores. En los aportes de los estudiantes se destaca su interés por las TIC que hacen los estudiantes con procesos de modelación, a la vez que ponen en práctica la formación recibida transversalmente en el Programa de Ingeniería Civil, en este caso en relación con temas de vías y transporte y de estructuras; también aplicando conocimientos adquiridos en ciencias básicas y competencias de emprendimiento reflejadas en la dedicación y organización de su trabajo en el proyecto.

Se complementa así la formación integral de los estudiantes, con adquisición y aplicación de los conocimientos ya adquiridos y los nuevos, con aplicación del método científico, a la vez, aportando en forma sistemática al proyecto marco de investigación sobre movilidad sostenible para la Capital.

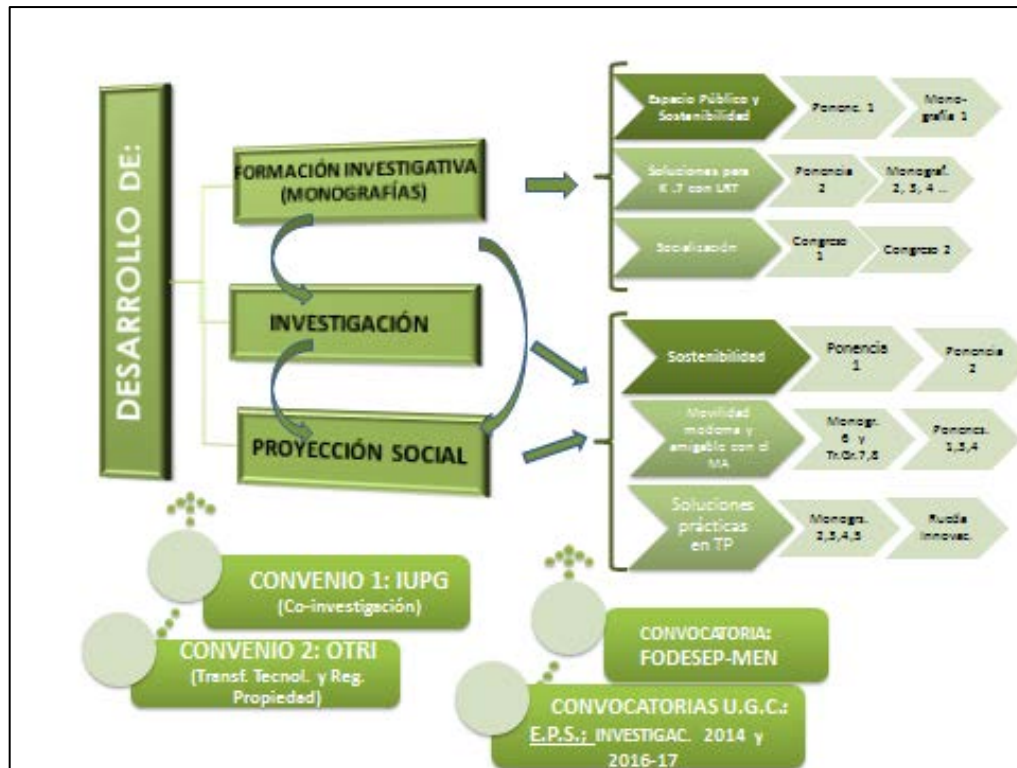


Figura 1. Desarrollo de la investigación con procesos integrados a la formación investigativa y a la proyección social, señalando los tipos de productos. Fuente: el autor.

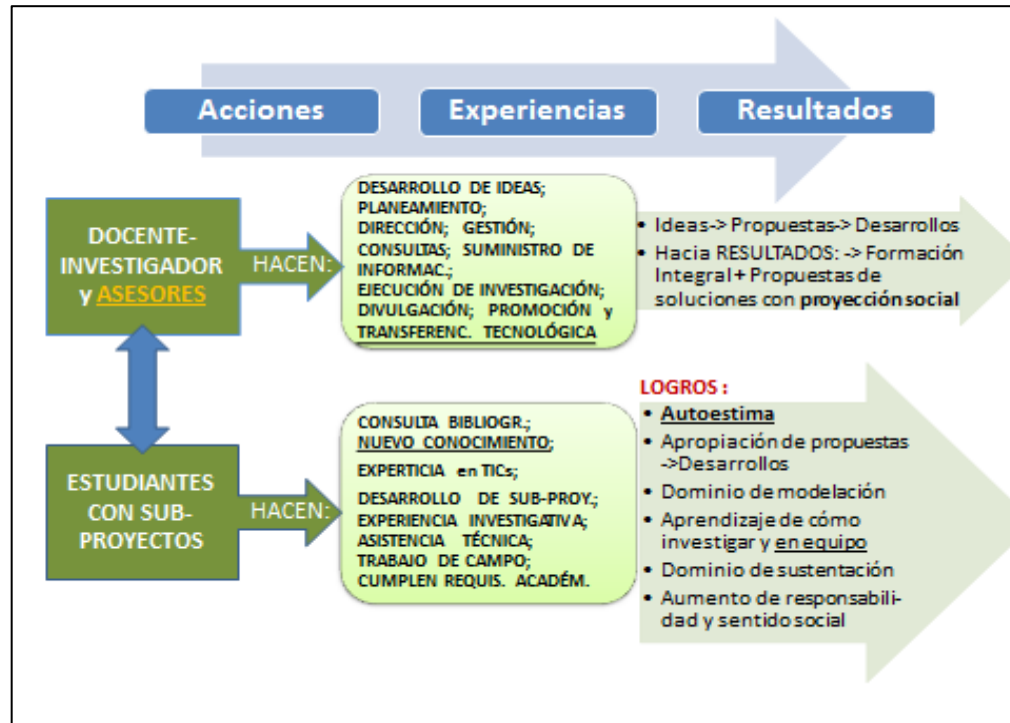


Figura 2. Actores del proceso de investigación integrada. Fuente: el autor.

Lo anterior se ha logrado con el desarrollo, a cargo del autor, del proyecto de investigación inicialmente titulado: "Características técnicas y condiciones de sostenibilidad en implementación de transporte masivo tipo tren ligero para la Carrera 7ª de Bogotá" (Carvajal-Osorio, 2015), en el cual todavía se continúa trabajando con la misma metodología pero en fases avanzadas y con perspectiva de aplicaciones a otras vías en condiciones similares.

La fuerte relación especial que se ha establecido entre el proyecto de investigación marco y las asignaturas del Área Investigativa indicadas en la Introducción, para constituir la experiencia pedagógica aquí presentada, se cumple por medio del suministro de los temas a trabajar en el Grupo necesariamente aportando a los objetivos del proyecto marco.

En el proceso cumplido, en varios casos se logra llegar más allá, cuando los mismos estudiantes participan en convocatorias y hacen presentaciones de sus resultados en encuentros académicos, incluidas las Semanas de la Investigación UGC y en la Red Colsi regional y nacional, ocasionalmente en congresos nacionales e internacionales, tales como el Congreso de Ingeniería Civil que organiza la Facultad. De esta forma se hace evidente el aporte con proyección social, al dar a conocer y discutir con pares las propuestas de solución resultantes del proceso investigativo, presentadas además a empresas interesadas, como ocurrió en rueda de innovación y negocios en que se participó, además de los contactos directos en múltiples eventos tipo seminario y foros relacionados, así como casos atendidos a solicitud.

3. Resultados

El principal logro de este ejercicio investigativo fue conseguir la integración de las tres acciones de investigación, formación en ella y proyección social, haciéndose destacar en la Universidad y la Facultad como experiencia pedagógica significativa. Se logró así avanzar el proyecto marco a la vez que se formaron estudiantes tanto en su iniciación en la investigación, con la oportunidad de aplicar los conceptos aprendidos en la cadena de cursos del Área Investigativa del Pensum, como en la práctica de competencias relacionadas con el trabajo en equipo, reforzando el pensamiento lógico en los análisis de los problemas que atendían, para luego proponer soluciones haciendo síntesis del trabajo.

Lo anterior representó, adicionalmente, un mejoramiento importante con respecto a la tarea de producir proyectos de grado que usualmente no lograban repercusión importante, con frecuencia pasando a olvido rápidamente. Aquí entraron a formar parte de un proyecto marco que les dio mayor valor por los aportes que representaron, a la vez dejando constancia de un proceso persistente, asegurando continuidad, alrededor de una temática importante del desarrollo socioeconómico, en este caso, asociado con la calidad de vida y la competitividad de la Capital, como lo es la movilidad urbana.

En el cuadro de la Figura 3 se sintetizan los principales productos logrados con esta experiencia, donde se destacan los proyectos de grado resultantes, con un buen número de estudiantes graduados durante los cuatro años en que se ha desarrollado el proyecto macro.

PRODUCTOS :	
A.	PROYECTOS DE GRADO – (terminados: 8; en proceso: 3)
B.	ESTUDIANTES EN SEMILLERO-GRUPO <u>VITRASOS</u> - (12 actuales)
C.	PONENCIAS EN CONGRESOS INTERNACIONALES (4) y NALES. (1) ARTÍCULOS (2) y LIBRO (1, en edición)
D.	INGENIEROS GRADUADOS o próximos (11 + 4)
E.	CONVENIOS (2) + otro en estudio (ASIMUS, España)
F.	CONVOCATORIAS GANADAS (2) Y EN PROCESO (2)
G.	RUEDA DE INNOVACIÓN TECNNOVA-OTRI, Medellín, 2016
H.	ESTUDIO (en proceso) DE REGISTRO PROTOTIPO INDUSTRIAL

Figura 3. Listado de los productos resultantes de la experiencia pedagógica alrededor de la investigación. Fuente: el autor.

Con trascendencia externa, como parte de la proyección social del trabajo adelantado, se detallan los siguientes logros más importantes.

Se ganó, en 2014, convocatoria de FODESEP-MEN (Fondo de Desarrollo de la Educación Superior), como proyecto de emprendimiento fomentado por la Dirección de Proyección Social de la Universidad, al presentarse propuesta para el desarrollo de modelación sistematizada del resultado principal de la investigación consistente en el diseño conceptual funcional de estación especial de acceso al medio de transporte en condiciones de espacio limitado. El desarrollo de un *render* que permitiese evidenciar la funcionalidad de la estación, estuvo a cargo de una micro-empresa en formación compuesta por el estudiante de último año de Ingeniería Civil, Martín F. Valdés, hoy ingeniero graduado, junto con el socio especialista externo Awaray Barrantes. Este resultado fue sometido a estudio de la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación – OTRI, del Distrito Capital, bajo convenio existente con la Universidad, con el fin de establecer viabilidad de registro como prototipo industrial. Por intermedio de OTRI e invitación de TECNNOVA, Entidad de transferencia tecnológica patrocinada por la Alcaldía de Medellín, se presentó este resultado de la investigación en la 10ª Rueda de Innovación y Negocios, Medellín, julio 2016, con el fin de socializar dicho resultado y buscar interesados en el proyecto.

Por el interés despertado en el proyecto en referencia, aplicando convenio de intercambio académico entre la Universidad y el Instituto Universitario Politécnico

Grancolombiano, Facultad de Ingeniería, Bogotá, se está iniciando trabajo en conjunto en el proyecto de investigación, en aplicación de su experiencia en modelamiento computacional, con lo que se extenderá el alcance del proyecto.

Otro resultado interesante para el proceso de formación integral fue que, a manera de retroalimentación, se pudieron reconocer deficiencias discentes en la práctica, principalmente en cuanto a trabajo en equipo y persistencia, manejo de tiempos (carga académica) y preparación de informes; lo que ha servido para hacer mejoras.

A raíz del intercambio con pares, se promocionó y participó el autor como miembro fundador de una red nacional de profesores universitarios investigadores en movilidad, actualmente con más de 80 inscritos de 25 universidades del País. Esta Red actualmente participa en la organización de un Congreso de Transporte nacional. Por último, este ejercicio de enseñanza-aprendizaje, con valor agregado por contribuir al avance de la investigación y su metodología integradora, fue reconocida con el primer puesto en Convocatoria interna (2016) de la Universidad, como experiencia pedagógica significativa.

4. Conclusiones

El ejercicio académico aquí presentado, que partió del desarrollo de un proyecto de investigación a cargo del autor, se ha extendido como práctica pedagógica exitosa en el Programa de Ingeniería Civil, Universidad La Gran Colombia, Bogotá, logrando importante impacto en el proceso de aprendizaje y en la formación integral incluida la investigativa de los estudiantes, a la vez, aportando resultados del proyecto marco de investigación. De esta manera se logró cumplir con las directrices misionales de responsabilidad social de la Universidad.

Los resultados logrados demostraron la bondad y alcances del proceso investigativo a cargo del autor, con aplicación efectiva en la formación investigativa de estudiantes del Programa de Ingeniería Civil de esta Facultad, constituyéndose en experiencia pedagógica significativa que complementó la formación integral de los estudiantes.

El trabajo es resultado de la dedicación de un grupo de investigación asociado a un semillero, con participación activa de estudiantes de Ingeniería Civil y varios docentes de la Facultad, en apoyo a las iniciativas del autor que, a la vez, facilitaron la formación investigativa discente, a su vez, cumpliendo la función de proyección social. Esto logró llamar la atención de investigadores y entidades externas que en apoyo dicho desarrollo, concretándose en un caso de investigación conjunta con otra Entidad universitaria, a la vez, abriendo nuevas fronteras a los estudiantes participantes en el Semillero.

Además de competencias propias de la ingeniería civil, más importante aún, este ejercicio pedagógico hizo evidente en los estudiantes participantes logros destacados en autoestima y superación personal, subsanando deficiencias en la ejecución de proyectos con organización y trabajando en equipo. Se resalta el interés de los

estudiantes y el uso que le han dado a las TIC en el desarrollo y aplicación de modelos computacionales.

5. Bibliografía

- Callejas, J., Potier, D. y Villamizar, O. (2016). Modelación de diseño operacional de intersecciones Carrera 7ª con Calle 39 y Calle 85, Bogotá, con implementación de pasos elevados para el tren ligero. Monografía de grado en Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad La Gran Colombia. Bogotá. Sustentado en Encuentro Nacional Red COLSI 2016. Cúcuta.
- Carvajal-Osorio, H., Velasco, E.J.E., Valdés, M.F. (2016). Modelación en transporte público con tren ligero LRT en la Carrera. 7, Bogotá, Colombia, Proceedings 14° Multi-conferencia Internacional LACCEI en Ingeniería, Educación y Tecnología, julio 20-22, 2016, San José de Costa Rica. En www.lacei.org/.
- Carvajal-Osorio, H., (2016) "El Tren Ligero como elemento de sostenibilidad para la movilidad de Bogotá – Caso Carrera 7ª". III Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Universidad La Gran Colombia, noviembre 5-7, 2015, Bogotá.
- Carvajal-Osorio, H. (2015). Sostenibilidad en movilidad urbana con implementación del tren ligero tipo LRT en Bogotá, Colombia. XI Congreso Colombiano de Tránsito y Transporte – CCTT 2015, Branquilla: Universidad del Norte, 2-4 diciembre, 2015.
- Carvajal-Osorio, H. y Cifuentes, N. (2013). Sostenibilidad en transporte masivo en condiciones limitantes, con implementación de tren ligero (LRT) en Bogotá, Colombia", 3er Encuentro Internacional de Movilidad Urbana Sostenible - EIMUS2013, 6-8 noviembre, 2013, Lima, Perú.
- Fernández, J.L. y Sánchez, H.M. (2016), Pre diseño estructural y geométrico para paso elevado del tren ligero (LRT) en la intersección de la Carrera séptima con Calle 39, Bogotá D.C. Monografía de grado en Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad La Gran Colombia. Bogotá.
- Marín, J.A. (2011), Bogotá y sus retos en infraestructura y movilidad 2012-2015, Infraestructura y Desarrollo, No. 44, pp. 28-31. ISSN 1794-3213.
- Osorio. A.F., Propuesta de Diseño Geométrico de intersección elevada en la Carrera 7ª entre Calles 72 a 100, de Bogotá para minimizar las interferencias de tráfico con el futuro tren ligero. Monografía de grado en Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad La Gran Colombia. Bogotá.
- Proyecto Educativo Institucional – PEI (2016). Universidad La Gran Colombia, Bogotá, D.C. En <https://www.ugc.edu.co/index.php/documentos-institucionales>. p. 52
- Veeduría Distrital (2015), Cómo avanza el Distrito en movilidad 2015, Publicación 42. Bogotá, D.C. ISSN 1909-9193. Consultado el 17 de noviembre de 2016 en www.veeduríadistrital.gov.co.

Sobre el autor

- **Hernán Carvajal-Osorio:** Ph.D. en Ingeniería, Universidad de Florida, Gainesville, EUA, M.Sc. Ingeniería Nuclear, Universidad de Illinois, Urbana, IL. EUA, Ingeniero Electricista Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Docente-Investigador, Facultad de Ingeniería, Universidad La Gran Colombia, Bogotá. e-m: hernan.carvajal@ugc.edu.co.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)