



**Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:  
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



# **PROYECTO E<sup>ACO</sup> *GOOD ENERGY FOR THE WORLD*, GENERACIÓN DE ENERGÍA ALTERNATIVA PARA EL ÁREA PERIMETRAL DE LA UNIVERSITARIA AGUSTINIANA SEDE TAGASTE, CON REPLICACIÓN Y ESCALACIÓN EN COMUNIDADES VULNERABLES**

**Viviana Buitrago Ortiz, Alexander Reyes Moreno**

**Universitaria Agustiniiana  
Bogotá, Colombia**

## **Resumen**

El proyecto E<sup>ACO</sup> Good Energy for the world, de la Facultad de Ingeniería, del Programa de Ingeniería Industrial de la Universitaria Agustiniiana, se encamina al diseño, creación, socialización y puesta en marcha con la instalación de iluminación alternativa y sostenible por medio de postes de luz llevados a cabo principalmente con paneles solares, tubería pvc, batería de almacenamiento, bombillos led, regulador y materiales reciclables, con una vida útil de 10 a 16 años aproximadamente, dependiendo del tipo de proyecto realizado, para la iluminación perimetral de la Universitaria Agustiniiana sede TAGASTE.

El proyecto E<sup>ACO</sup> se encamina a la replicación y escalación de este, con generación de energía alternativa, sostenible y no contaminante para comunidades vulnerables tanto del entorno social de la Universitaria, en Bogotá D.C., como también en Municipios circunvecinos del Departamento de Cundinamarca entre ellos Sopo y los de Sabana Centro.

A través de la modalidad Streetlight (postes de luz), se busca mitigar inicialmente los inconvenientes presentados con la iluminación pública del área perimetral del Campus, que compromete la integridad tanto física como emocional de sus estudiantes, docentes, administrativo y demás personal, como también de la población externa que los visita, planteando soluciones alternativas sustentables y ecológicamente amigables viables ante la problemática evidenciada.

El proyecto E^CO genera a su vez un espacio de proyección social y transferencia tecnológica que permita evidenciar las situaciones adversas presentadas en cada comunidad puntual y tomar las acciones pertinentes que permitan la elaboración y el desarrollo los productos necesarios para ellos, logrando disminuir la percepción de inseguridad, generando a su vez un mejor ambiente.

Los postes serán instalados en la zona perimetral de la Avenida Ciudad de Cali, que consta de una distancia de 150 mt. Se ubicarán a un trayecto de entre 10 mt a 12 mt cada uno, con una altura de 5 mt sobre el suelo y con 0.50 mt de profundidad, teniendo en cuenta que se tiene un radio de iluminación de 40 mt aproximadamente y se requiere buena luminosidad. El retorno de la inversión está garantizada a 2 años.

**Palabras clave:** energías renovables; iluminación perimetral alternativa; entorno y comunidad

### ***Abstract***

*The project E^CO Good Energy for the world, of the Faculty of Engineering, of Program Industrial Engineering University Agustinian is routes the design, creation, socialization an setting the installation of lighting alternative and sustainable for half of poles of light carried to end mainly with panels solar, pipe pvc, battery, of storage LED bulbs led ,regulators and materials recyclable with a life useful of 10 to about 16 years aproximately depending of the type of project made for the perimeter of the University Agustinian Tagaste.*

*The project E^CO is routers to this replication and salary scale of this with generation of energy sustainable and not pollutant for communities vulnerable environment social of the University in Bogotá D.C., as also in neighboring municipalities in the surrounding of Department Cundinamarca aming they and the of Savannah center.*

*Through of the mode streetlight poles of light is search mitigate initially the presented disadvantage with the lights public of area of the perimeter of campus, the try so emotional of its external students, teachers, administrative and other staff as well of the foreing population external, raising solutions aternative sustentables and ecologically friendly viable before the problems evidence.*

*The project E^CO generals its time a space of projection social and transfer technology that allow evidence adverse presented in each community and take action relevant that allow the elaboration and the elaborating and the displeasure the achieving reduce the perception of insecurity generating to its time a better environment.*

*The poles will be installed in the zone perimeter of the Avenue City of Cali, that consist of a distance of 1.50 mt is will be located to a distance of among 10 to 12 mt apice with a height of 5 mt on the soil and with or 0.50 mt of depth taking into account that is radius of lighting of 40 mt aproximately and is requires good brightness. The return of the inversion this guaranteed to 2 years.*

*Keywords: Energy renewable; lighting penetrate alternative intone and community*

## 1. Introducción

El Proyecto E<sup>^</sup>CO Good Energy for the world, de la Facultad de Ingeniería, del Programa de Ingeniería Industrial de la Universitaria Agustiniiana, se encamina a la generación de energía alternativa, renovable y sostenible por medio de postes de luz para en primera instancia el área perimetral de la sede TAGASTE, con replicación y escalación en comunidades vulnerables tanto del entorno social de la universitaria, como también en Bogotá D.C., Municipios circunvecinos del Departamento de Cundinamarca entre ellos Sopó y los de Sabana Centro.

La investigación del Proyecto E<sup>^</sup>CO realizada, está sujeta inicialmente a la revisión de estas técnicas, como también al diseño, creación, socialización y puesta en marcha con la instalación de iluminación alternativa por medio de postes de luz llevados a cabo principalmente con paneles solares, tubería pvc, madera inmunizada, batería de almacenamiento, regulador, bombillos led y materiales reciclables, con una vida útil de 10 a 16 años aproximadamente, dependiendo del tipo de proyecto realizado.

## 2. Planteamiento del problema

La Universitaria Agustiniiana en su Sede TAGASTE ubicada en la Av. Ciudad de Cali con calle 11, en la Ciudad de Bogotá D.C, posee un campus muy amplio en sus dimensiones, por ésta razón, los alrededores del mismo no cuentan con las mejores condiciones de iluminación pública, lo que conlleva a que sea una zona apta para la inseguridad no sólo de sus estudiantes, administrativos, profesores y trabajadores, sino también de los habitantes de los conjuntos residenciales e industriales cercanos y de la población flotante del lugar.

## 3. Justificación

El Proyecto E<sup>^</sup>CO pretende suplir la falta de iluminación pública perimetral en las instalaciones del Campus Tagaste en la Avenida Ciudad de Cali, de una forma económica, amigable ambientalmente, con energías renovables y de fácil replicación y escalación tanto en las comunidades vulnerables aledañas y en las zonas anteriormente descritas. A través de la modalidad Streetlight (postes de luz), mitigando inicialmente los inconvenientes presentados con la iluminación pública, que compromete la integridad tanto física como emocional de las personas que hacen parte del lugar, también de la población externa que los visita, planteando soluciones alternativas, sustentables y ecológicamente amigables viables ante la problemática evidenciada.

#### 4. Objetivo General

- Establecer y generar mecanismos de inclusión que permita la creación, elaboración y diseño de la iluminación perimetral de la Universitaria Agustiniiana sede TAGASTE, por medio de energías renovables con la utilización de postes con paneles solares.

#### 5. Objetivos específicos

- Generar alianzas de conocimiento y trabajo mancomunado con instituciones o fundaciones que dominen el tema de paneles solares e iluminación pública por este medio.
- Crear y diseñar un prototipo que cumpla con las características específicas para el proyecto.
- Realizar transferencia tecnológica para el conocimiento por medio de capacitaciones y sensibilizar tanto al personal voluntario, como a los trabajadores de la universitaria.
- Replicar y escalar el proyecto en barrios circunvecinos y municipios cercanos.
- Realizar ponencias nacionales e internacionales que permitan ampliar el alcance del Proyecto LEGIOS y comunicar su impacto obtenido para todos los partícipes.

#### 6. Marco teórico o conceptual

Para lograrlo, debemos conocer las condiciones que presenta la zona de implementación del proyecto. De acuerdo con investigaciones locales, la Radiación Solar Global (RSG) varía de acuerdo con las condiciones climatológicas y la ubicación geográfica "Latitud y longitud"; para el caso de Colombia, se cuenta con un promedio anual aproximado de 4.5kWh/m<sup>2</sup>.

La siguiente tabla describe la radiación anual por región:

REGIÓN	kWh/M <sup>2</sup> x/año
GUAJIRA	2.190
COSTA ATLANTICA	1.825
ORINOQUÍA	1.643
AMAZONIA	1.551
ANDINA	1.643
COSTA PACIFICA	1.278

Tabla 1. Radicación anual por región. Fuente: Farley Calvo Bohórquez, Análisis de viabilidad para la implementación de sistemas de generación eléctrica usando energía solar para uso residencial. UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, MEDELLÍN ANTIOQUIA 2009.

El Proyecto E<sup>^</sup>CO tiene múltiples ventajas y una de ellas es la trascendencia que se busca con el fin de ayudar a la comunidad, llegando, por ejemplo, a aquellos ambientes remotos que se puedan beneficiar con el proyecto ya sea porque no cuentan con un sistema eléctrico en la región o porque simplemente no pueden acceder a éste. Por lo tanto, está encaminado a replicar y escalar este proyecto en otros lugares, como también en la innovación tecnológica acorde a las condiciones de vida, diferentes fuentes de generación de energía, mejoramiento del entorno social y transferencia tecnológica del conocimiento.

El voluntariado será asumido por los partícipes del proyecto. De acuerdo con las alianzas público - privadas, se encontrarán beneficios tanto de materiales, como de productos, ejemplo con Home Center, o de índole económico tanto por parte empresarial, como por la misma Universitaria Agustiniiana o universidades aliadas que se quieran sumar al proyecto.

Debido a que en Colombia existe información reciente y pública sobre leyes y proyectos de energías renovables a base de energía solar, los resultados ambientales obtenidos en las zonas de implementación del Proyecto E<sup>^</sup>CO serán compartidos con aquellas entidades públicas o privadas que se interesen en replicar y escalar el proyecto, ya sea en sinergia con la Universitaria Agustiniiana o independientemente.

## 7. Metodología

El Proyecto E<sup>^</sup>CO está inspirado en el emprendimiento social Un litro de Luz que comienza en el año 2011 en Filipinas por iniciativa de la My Shelter Foundation con el fin de iluminar los barrios marginales de Manila que carecen de este servicio logrando una meta de alrededor 28.000 casas beneficiadas. Actualmente Un Litro de Luz hace presencia en 16 países que implementan individualmente las tres modalidades de iluminación manejadas y descritas brevemente a continuación:

- 7.1. **Day light:** Se implementan las “Botellas de Moser”, que son botellas de 1,5 litros llenas de agua y con 10 mililitros de Cloro, que al instalarse en los techos permite refractar la luz solar.
- 7.2. **Night light:** Se implementan como combinación del proyecto Daylight instalando en la botella un micro panel solar, una batería recargable y una bombilla LED que permiten dar la luz.
- 7.3. **Street light:** utiliza un panel solar un poco más grande, de mayor capacidad y la batería recargable para iluminar 16 bombillas LED protegidos por los elementos dentro de una botella de plástico reciclada seca. El poste puede funcionar durante tres noches consecutivas sin necesidad de recarga.

La instalación se llevará a cabo inicialmente en la zona perimetral de la Uniagustiniiana, con Avenida Ciudad de Cali, posteriormente con los laboratorio y experimentaciones realizados, se procederá a replicar y escalar este proyecto en zonas primarias establecidas, parques de bolsillo y caminos rurales, con alianzas público privadas y enmarcadas con la comunidad, Autoridades Municipales, empresas y la universitaria, sensibilizando a los actores principales de éste proyecto y haciéndoles partícipes activos en todas las etapas del mismo, creando a la vez un mayor sentido de pertenencia.

Los postes serán instalados en la zona perimetral de la Avenida Ciudad de Cali, que consta de una distancia de 150 mt. Se ubicarán a una distancia de entre 10 mt a 12 mt cada uno, con una altura de 5 mt sobre el suelo y con 0.50 mt de profundidad, teniendo en cuenta que se tiene un radio de iluminación de 40 mt aproximadamente y se requiere buena luminosidad.

El costo de fabricación de cada poste varía de acuerdo con los materiales a utilizar, los cuales pueden ir entre los de \$ 800.000 cop a \$ 1.200.000 cop, en donde se incluyen los siguientes materiales: estructura por tubería PVC, reforzada con madera, barras de acero o metal, un panel solar de 10 vatios para recargar la batería de almacenamiento (7 amperios/hora preferiblemente), un regulador de carga solar, 16 bombillos led de 110 lúmenes/vatio, 1 bombillo de 10 watts y una botella plástica PET reutilizada que los recubre. Adicionalmente a estos componentes principales, se requiere una caja de metal encargada de guardar la batería y los cables requeridos para las conexiones necesarias, o una adecuación dentro de la misma tubería PVC.



Figura 1. Prueba de durabilidad. Fuente: Los Autores



Figura 2. Realización prototipo. Fuente: Los Autores



Figura 3. Verificación funcionamiento del prototipo. Fuente: Los Autores

El valor del proyecto para la Sede TAGASTE es inferior a los \$ 20'000.000 COP y el retorno de la inversión está garantizada a 2 años.

El precio de inversión puede disminuir ostensiblemente si se fabrican directamente los paneles solares, como las prácticas desarrolladas lo evidencian con la sintetización del material de grafeno. La fabricación de los postes tendrá un tiempo de 3 meses a partir de la obtención de los recursos requeridos y su logística de entrega estará a cargo del grupo semillero, docentes, voluntarios y comunidad en general, estableciendo una integración de todas las partes en el proceso.

La educación y gestión del conocimiento va a ser el pilar principal en la implementación del proyecto en cada plaza aprobada. Gracias a esto los habitantes de cada comunidad por medio de la transferencia tecnológica, van a aprender a construirlos y ésta experiencia les dará la posibilidad de instalar más postes para el beneficio propio y/o de la misma comunidad.

Adicionalmente conocerán los cuidados necesarios que requieren los postes y los demás proyectos para su buen funcionamiento, de acuerdo con las características climatológicas y ambientales de la comunidad, prolongando así la vida útil de éstos.

Al realizar estas iniciativas en las comunidades, se logra la disminución de la percepción de inseguridad, la cual compromete la integridad tanto física como emocional de las personas que hacen parte de estos lugares, también de la población externa que los visita, planteando soluciones alternativas sustentables y ecológicamente amigables viables ante la problemática evidenciada.

Para poder lograr el cumplimiento de este proyecto se buscan principalmente alianzas con el sector público y privado, con el fin de obtener inversiones que permitan cubrir los costos de los materiales necesarios para la construcción de los postes y los proyectos adicionales que se requieran en cada comunidad. También el hacer participe a su entorno para que cuide, vigile, apersona y reporte cualquier eventualidad que los postes y otros proyectos realizados instalados presenten. Aunque el Proyecto E<sup>^</sup>CO no manejará los tres tipos de modalidades

de iluminación, se debe tener presente la información económica de cada una de éstas con la finalidad de complementar los proyectos entre sí al momento de realizar la transferencia de conocimiento.

A continuación, se discriminan los precios de inversión para cada modalidad:

- **Street light:** de \$ 800.000 cop a \$ 1.500.000 cop, dependiendo los materiales y sus características a utilizar.
- **Night light:** < \$ 100.000 cop.
- **Day light:** < \$ 30.000 cop.

## 8. Avances de resultados

- A la fecha se recibió autorización por parte de la Sra. Decana de la Facultad de Ingeniería para implementar ésta iniciativa y tener todos los requerimientos necesarios para presentar ésta propuesta a todos los estamentos a que haya lugar para su aprobación.
- Se establecieron vínculos de trabajo con la Fundación Un Litro de Luz, en cabeza de su Gerente el Sr. Camilo Herrera y con el profesor Ing. Nestor Carreño, para su diseño, adecuación y desarrollo.
- Se realizaron 10 laboratorios, los cuales permitieron crear varios diseños, permitiendo la culminación del producto final del poste solar.
- Se llevaron a cabo ponencias en los Encuentros Agustiniños y la RedColSI, nodo Cundinamarca, y de igual manera se postuló para el 6to Congreso Nacional del Pacto Global y ACOFI.
- Los vínculos con la Alcaldía de Sopo se encuentran abiertos para la realización de este proyecto en el municipio.
- Disminución de la huella de carbono.

## 9. Conclusiones parciales

- Como el Proyecto E<sup>^</sup>CO se desarrollará inicialmente en Bogotá D.C. en las instalaciones de la Universitaria Agustiniña sede TAGASTE, comunidad del entorno mediato y municipios circunvecinos, tendremos en cuenta la Región Andina. En Bogotá D.C. puntualmente se registra una evaluación solar promedio de 9,4 Kwh/m<sup>2</sup>/día lo que conlleva a que proyectos ya implementados en la capital, como el del Centro Comercial Plaza de Las Américas, permitan el ahorro de energía equivalente al consumo de 200 casas bogotanas o 6.600 bombillas de 20w.
- El Proyecto E<sup>^</sup>CO es para la comunidad, por ésta razón toda la gestión que se realice a través del tiempo tiene como finalidad llegar al mayor número de comunidades y de personas.
- El proyecto cuenta con la viabilidad para su realización y el apoyo de la Sra. Decana y Directora del Programa, docentes y el Grupo Semillero de la Uniagustiniña.

- Se ha evidenciado un gran interés por personas externas, comunidades y entidades públicas en replicar y escalar el proyecto.

## 10. Recomendaciones

- El proyecto puede evolucionar con conexiones WiFi en los postes instalados, optimizando la energía que almacena y permitiendo mayor cobertura de conexión tanto en la universitaria como en los sectores en los que se replicará y escalará el proyecto.
- Se debe realizar una capacitación previa en las instalaciones de la universitaria con el fin de enseñar el procedimiento a los voluntarios interesados, comunicar la forma de proceder y los riesgos que se puedan presentar.
- Se requiere personal activo de Salud Ocupacional y paramédico presentes en la instalación del proyecto, que soporte alguna eventualidad o emergencia médica con las personas participantes.

## 11. Referencias

### Fuentes electrónicas

- Betancur, Luis I. Energías renovables: marco jurídico en Colombia. (Recuperado 12 de Abril de 2016) [http://uniciencia.ambientalex.info/guias/energias\\_renovables\\_marco\\_juridico.pdf](http://uniciencia.ambientalex.info/guias/energias_renovables_marco_juridico.pdf) Calvo, F. *Análisis de viabilidad para la implementación de sistemas de generación eléctrica usando energía solar para uso residencial* (Recuperado 04 de Abril de 2016) [http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/319/1/Analisis\\_Viabilidad\\_Implementacion\\_Calvo\\_2009.pdf](http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/319/1/Analisis_Viabilidad_Implementacion_Calvo_2009.pdf)
- Herrera, C. *Un litro de luz Colombia* (Recuperado 04 de Abril de 2016) [http://unlitrodeluzcolombia.org/us\\_portfolio/litro-de-luz-dia/](http://unlitrodeluzcolombia.org/us_portfolio/litro-de-luz-dia/)
- Liter of light USA. *Daylight, Nightlight and Streetlight*. (Recuperado 04 de Abril de 2016) <http://www.literoflightusa.org/the-night-light-project/>
- López, Y. *Análisis de recurso solar y eólico en Colombia. Caso Valle del Cauca* (Recuperado 04 de Abril de 2016) [https://www.researchgate.net/profile/Yuri\\_Lopez/publication/237035266\\_Analisis\\_de\\_recurso\\_solar\\_y\\_elico\\_en\\_Colombia.\\_Caso\\_Valle\\_del\\_Cauca/links/0046353bbf91b2bdfc000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Yuri_Lopez/publication/237035266_Analisis_de_recurso_solar_y_elico_en_Colombia._Caso_Valle_del_Cauca/links/0046353bbf91b2bdfc000000.pdf)
- Hernández, J. Sáenz, E. Vallejo, W. A. *Estudio del Recurso Solar en la Ciudad de Bogotá para el Diseño de Sistemas Fotovoltaicos Interconectados Residenciales* (Recuperado 04 de Abril de 2016) <http://www.revcolfis.org/ojs/index.php/rcf/article/view/420221/pdf>

- Robles, Carlos, Villa, Gabriel. Control del punto de máxima potencia de un panel solar fotovoltaico, utilizando lógica difusa (Recuperado 17 de Abril de 2016) <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/telematique/article/view/1520/pdf>
- Rodriguez, M. *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas* (Recibido 30 de diciembre de 2008, aprobado 15 de enero de 2009) <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12>
- Ortega, C. *Un Litro de Luz, iluminación para personas que viven en oscuridad* (recuperado 04 de Abril de 2016) <http://www.youngmarketing.co/una-botella-de-plastico-puede-iluminar-cientos-de-viviendas/#ixzz456kurrbY>

## Sobre los autores

- **Viviana Buitrago Ortiz** Estudiante Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Industrial, Universitaria Agustiniiana. [vivanabuor@gmail.com](mailto:vivanabuor@gmail.com)
- **Alexander Reyes Moreno:** Ingeniero Industrial, Master en Administración de Empresas con Especialidad en Gestión de la Calidad, Seguridad y Medio Ambiente, Master en Administración Ambiental, Estudiante Doctorado en Ciencias Económicas y Administrativas. Profesor titular. [areyes946@hotmail.com](mailto:areyes946@hotmail.com)

---

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

Copyright © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)