



**PROPUESTA TÉCNICA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL  
AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍAS RENOVABLES  
EN LA SEDE PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD ECCI, EN LA CIUDAD DE  
BOGOTÁ**

PRESENTADO POR

**JAVIER ALONSO PEÑA MARTÍNEZ  
NELSON FABIAN ROJAS NARANJO  
JOHN ALEXANDER LOPEZ BUSTOS**

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE  
INGENIERIA INDUSTRIAL

**UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES  
FACULTAD INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ, D.C.  
AÑO 2016**

**PROPUESTA TÉCNICA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL  
AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍAS RENOVABLES  
EN LA SEDE PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD ECCI, EN LA CIUDAD DE  
BOGOTÁ**

PRESENTADO POR

**JAVIER ALONSO PEÑA MARTÍNEZ  
NELSON FABIAN ROJAS NARANJO  
JOHN ALEXANDER LOPEZ BUSTOS**

DIRECTOR

**ANDREA APARICIO GALLO**  
Ing. Electrónica  
Mg. En Diseño gestión y dirección de proyectos

**Programa de Ingeniería Industrial**

**UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES  
FACULTAD INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ, D.C.  
AÑO 2016**

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I: MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 MARCO TEÓRICO

##### 1.1.1 Estado del arte

#### 1.2 MARCO CONCEPTUAL

#### 1.3 MARCO LEGAL

#### 1.4 JUSTIFICACIÓN

#### 1.5 DELIMITACIÓN

#### 1.6 MÉTODO

##### 1.6.1 Problema de investigación

###### 1.6.1.1 Descripción del problema

###### 1.6.1.2 Formulación del problema

##### 1.6.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

###### 1.6.2.1 Objetivo general

###### 1.6.2.2 Objetivos específicos

##### 1.6.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

###### 1.6.3.1 Diseño metodológico

###### 1.6.3.2 Fuentes de investigación

### CAPITULO II. ANÁLISIS TÉCNICO DEL SISTEMA CONOCIDO COMO PIEZOELÉCTRICO

#### 2.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL FENÓMENO PIEZOLÉCTRICO

#### 2.2 DESCRIPCIÓN DEL FABRICANTE

##### 2.2.1 Matriz cualitativa de fabricantes

##### 2.2.2 Análisis técnico

##### 2.2.3 Importación

#### 2.3 DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO ELÉCTRICO SEDE PRINCIPAL UNIVERSIDAD ECCI

#### 2.4 COSTOS DE MONTAJE E INSTALACIÓN

#### 2.5 INDICADORES

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)

### LISTA DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS

## INTRODUCCIÓN

Desde los tiempos antiguos el hombre ha tenido que apoyarse de múltiples servicios que proporcione comodidad a su subsistencia, caso específico el servicio de la energía eléctrica, trayendo paralelamente invención y evolución en la sociedad. Permite el avance tecnológico en tiempos modernos, punto en el cual se pretende enfatizar en este trabajo y del cual se puede encontrar una idea innovadora de acuerdo a estudios y avances que se adelantaron en los últimos años en el continente Europeo.

La manera en que se implementan las instalaciones eléctricas ha sido un factor importante dentro de los avances que se han logrado, ofreciendo equipos cada vez más sofisticados que brindan mayores beneficios, entretenimientos y comodidades, demandando mayores cantidades de energía. Esta demanda de energía permite analizar a fondo las energías no renovables, proyectando soluciones y mejoras desde varios perfiles, como: desarrollo de nuevas energías renovables, beneficios otorgados al medio ambiente, y aspectos financieros.

Con la propuesta que se hace a la universidad ECCI para la implementación de un sistema energético basado en energías renovables se quiere dar a conocer los beneficios de la misma a nivel económico y ecológico; siendo coherente y pertinente con el lema institucional “Humanismo y Tecnología”.

## **CAPITULO I. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. MARCO TEÓRICO**

#### **1.1.1. ESTADO DEL ARTE**

La electricidad es un elemento indispensable para la humanidad; no solo ha permitido mejorar la calidad de vida al permitir acceder a servicios salud y educación, sino también es un elemento importante para el confort y el entretenimiento. Hoy en día para trabajar, en hospitales y escuelas, para el sector comercial y en todo el sector industrial la electricidad es un insumo fundamental en la cadena productiva. Es por esto que el crecimiento de la población, el desarrollo económico de los países, la urbanización, el acceso cada vez a más electrodomésticos y dispositivos eléctricos ha ocasionado que la demanda de electricidad tenga una tendencia creciente. (García, Corredor, Calderón, & Gómez, 2013)

Es importante considerar las dos fuentes de generación energética, las cuales son: Convencionales y Renovables.

Cuando se habla de fuentes convencionales con frecuencia se asocia a recursos no renovables. Para los combustibles fósiles (carbón, gas natural o derivados del petróleo) y el uranio empleado en la energía nuclear: son recursos naturales que tomaron miles de años en formarse y que son finitos, por ello no pueden regenerarse en un periodo de tiempo racional respecto a la tasa de uso que de ellos hace la humanidad. (García, Corredor, Calderón, & Gómez, 2013)

Las fuentes renovables son aquellas fuentes primarias inagotables o con capacidad de regeneración en un periodo de tiempo inferior al de su uso. En general todas las fuentes provenientes directa o indirectamente del sol son consideradas renovables. Adicionalmente se clasifican como fuentes renovables el calor proveniente de la tierra y las mareas ocasionadas por la atracción gravitacional entre la Tierra y la Luna. (García, Corredor, Calderón, & Gómez, 2013), entre estas aplicaciones se encuentran: Fotovoltaica, Eólica, Biomasa, Olas, Geotérmica y Mareomotriz.

Es cierto que en la actualidad existe una situación compleja en términos energéticos, cuya causa se debe al uso indiscriminado de las fuentes no renovables de energía. Es precisamente esta realidad la que nos insta al estudio de las energías alternativas ya que se hace necesario en un mundo responsable y consiente, apoyar un desarrollo tecnológico alternativo, sustentable y futurista. (Caballero Quiñones, 2006)

Es importante establecer que en el mundo de hoy, la demanda de energía se hace en grandes cantidades, por lo cual es necesario realizar cambios en el pensamiento

que generen desarrollo, pero que a la vez tengan en cuenta la responsabilidad ambiental, generando sostenibilidad en el planeta.

Es por esta razón que la propuesta a desarrollar en este tema de investigación como trabajo de grado, es profundizar en energías limpias mediante la utilización de materiales piezoeléctricos, tema del cual se ha venido desarrollando en los últimos años en diferentes partes del mundo. Esta alternativa es la generación de energías mucho más limpias que las energías convencionales, ya que sus recursos son inagotables.

Teniendo en cuenta que a nivel mundial se están desarrollando este tipo de proyectos, bajo la tecnología de piezoeléctricos, es importante relacionar los estudios y las aplicaciones más coherentes con esta investigación, por tanto a continuación se presenta de modo cronológico los estudios más relevantes dentro de este tipo de investigaciones, resaltando la importancia de los adelantos que se obtienen por cada estudio presentado, o aplicación de éxito en la realidad:

En Tokio, la empresa Power Generación Floor, mediante un experimento en el año 2006, desarrollo la plata generadora de energía, este sistema ecológico genera energía a partir de las vibraciones que se generan con el paso de los peatones en el suelo, esta investigación se apoyó con la firma JR East, quien dentro de su plan de instalación y estudios presentados, demuestra que este tecnología se deben instalar en lugares de alto tránsito, por esta razón se determina hacer la primera instalación en una de las estaciones de Tokio. Ver figura 1.

Figura 1. Entrada estaciones de Tokio.



Fuente. (Railway company, 2008)

Los resultados obtenidos en esta muestra son importantes para esta investigación, Debido a que nos centra en un análisis de materiales para la instalación, su diseño, su economía y su durabilidad; el estudio en el 2006 arrojó lo siguiente:

Lugar: Estación de Tokio Marunouchi salida norte

Periodo de tiempo: 16 de Octubre de 2006 al 8 de Diciembre de 2006

Área de instalación: 6 m<sup>2</sup> (solo puertas de entrada)

Resultados:

Es notable la producción de energía eléctrica.

Se obtiene la electricidad necesaria para encender una bombilla de 100 vatios durante 100 segundos.

Importante para tener en cuenta en el desarrollo de la propuesta está el siguiente dato como se mencionó anteriormente, a partir de la tercera semana el periodo experimenta un total de 800.000 personas que pasan, pero la producción de electricidad disminuyó de acuerdo a un deterioro de la durabilidad en los materiales.

En Londres, Pavegen es una innovadora empresa de tecnología limpia, que desarrollan tecnología de suelos, su fabricación convierte la energía cinética en electricidad renovable. Imagina un futuro en el que las aplicaciones y las redes son alimentadas por los pasos colectivos de la población, tanto en ambientes internos y externos. Para Pavegen la participación de la tecnología de red tiene la capacidad de cambiar radicalmente nuestras ciudades en ciudades inteligentes, proporcionando un aporte de energía baja en carbono y análisis de datos en tiempo real.

El concepto de Pavegen fue desarrollado en 2009 por Laurence Kemball-Cook, mientras que la investigación de soluciones de energía fue de la red cinéticos en la Universidad de Loughborough. Desde la creación de la empresa, Pavegen se ha embarcado de forma independiente en un viaje para convertirse en el líder del mercado en el sector de recolección de energía pisada, generar cobertura de prensa mundial importante y de interés público, con una serie de instalaciones comerciales en curso. A través de las relaciones comerciales, han desarrollado una gama de productos de tecnología de energía renovable, de tal manera que la compañía sigue creciendo en este mercado con éxito.

La visión de la tecnología Pavegen es hacer que todas las comunidades del mundo tengan a disposición este tipo de energías. Igualmente se sienten ansiosos por establecer nuevas asociaciones y actualmente están buscando inversionistas con el fin de lograr una producción masiva y equiparar el costo, buscando la transformación de las ciudades inteligentes del mañana.

Por otro lado en Asia, existe una innovadora empresa con sede en Israel, llamada **INNOWATTECH Energy Harvesting Systems**, la cual maneja un sistema de

recolección de energías de manera eficiente, su implementación y los avances que traen sobre este tipo de energías limpias se describen a continuación:

En marzo del año 2013, presentaron por primera vez al mundo un piloto donde se va a generar y almacenar energía, consiste en un sistema completo que transforma la energía mecánica en energía eléctrica. El desarrollo de este prototipo se debe a las predicciones frente al clima, lo que ha llevado a gobiernos a apoyar investigaciones, desarrollos y producción de soluciones energéticas verdes.

En colaboración con el Technion, el instituto Israelí de Tecnología, Innowattech ha desarrollado una sorprendente tecnología de energía verde, los científicos han logrado cosechar los restos que produce la energía mecánica de los vehículos cuando ellos se mueven sobre las carreteras, transformándola en energía eléctrica y recolectando para varios posibles usos. Se realiza mediante dispositivos piezoeléctricos – los cuales son generadores desarrollados para este tipo de energías.

Innowattech produce energía con la participación de los consumidores, ejemplo un vehículo pasando sobre una ruta produce una presión que genera una deformación en el camino, esta deformación es la que se recupera por medio de los generadores que innowattech a puesto a disposición de las energías limpias.

Ha sido un rotundo éxito este tipo de energías en Israel, lo cual llevó a obtener apoyo del gobierno, por esta razón se encuentra dentro de las más importantes investigaciones que se han implementado.

Entrando al continente Americano y exactamente en Norte América, en los últimos años la empresa SensiTile, dentro de su portafolio de productos desarrollo una serie de baldosas de iluminación personalizada, en este caso la diseñadora Elizabeth Redmond al ilustrar el concepto de PowerLeap aprovecho la energía de las huellas humanas para iluminar el suelo. Ver figura 2.

Figura 2. Baldosa de iluminación personalizada.



Fuente. (POWERLEAP)

La información técnica del diseño presentado es la siguiente:

Producto: Terrazzo Lumina

Color: Negro 30<sup>a</sup>

Iluminación: Iluminada con LED's que funciona con energía de vibración piezoeléctrica.

Dimensiones: 24" x 24"

Espesor: 1 ½"

En Colombia es poca la investigación y el desarrollo de este tipo de tecnologías, por ende es importante resaltar el trabajo de investigación realizado en la universidad Industrial de Santander UIS. Los autores del trabajo presentan una línea de investigación de energías limpias; cuyo enfoque corresponde a la aplicación de fuentes de energía generadas por dispositivos piezoeléctricos.

El objetivo central de la investigación, es presentar una evaluación de la oferta tecnológica actual y la información correspondiente a la cantidad de energía que se consume, se presenta este estudio para conocer la viabilidad e instalarlo en los accesos vehiculares (entrada Cra. 30 y Cra. 25) y peatonal (Cra. 27) del campus central de la Universidad Industrial de Santander. (Marcela & Evelyn, 2011)

De la investigación resulta, que al implementar este tipo de tecnologías en la universidad se contribuye al ahorro en el consumo de energía eléctrica en la UIS, como también posicionaría a la universidad en el territorio Colombiano como una institución pionera en este tipo de energías.

Otros estudios de aplicación en Colombia, se presentan en la Universidad Militar Nueva Granada, con la propuesta de instalación de la tecnología Pavegen en la entrada del Campus, el estudio arroja que no es viable la propuesta, por tanto realizando un análisis, se concluye que la cantidad de tabletas propuesta en este

proyecto por los estudiantes para la instalación son insuficientes, ellos proponen 10 baldosas en total, son 5 torniquetes y cada baldosa la ubican al comienzo del torniquete y al finalizar; se considera, que este factor es determinante, puesto que la energía producida por el sistema Pavegen es directamente proporcional a la cantidad de baldosas y los usuarios que transitan por este espacio.

## **1.2. MARCO CONCEPTUAL**

Una de las necesidades de la humanidad es producir cada vez más energía: En la industria, centros educativos, comerciales, recreacionales, de bienes y servicios siempre se necesita energía o una fuerza superior a la del hombre, por lo que el ser humano acude a maquinaria e instrumentos para satisfacer ciertas necesidades y esto solo es posible gracias a una fuente de energía.

Pensar en energía convencional es pensar en fuentes no renovables y que no son amigables con el medio ambiente ya que provienen de combustibles fósiles como el petróleo, carbón mineral, gas natural entre otros. La energía convencional es uno de los recursos más utilizados por el ser humano en las diferentes industrias y en la vida cotidiana. Se requiere buscar otras alternativas de fuentes no convencionales de energía o energías limpias, las cuales pueden ser producidas por el viento, el sol, la energía de los océanos, el agua, puede ser también por la energía almacenada en los rellenos sanitarios o cualquier recurso que sea renovable.

La energía que se quiere capturar es la que realizan los cuerpos en movimiento, llamada Energía Cinética y que depende de la masa y velocidad de los mismos, por tal motivo se quiere aprovechar este fenómeno y conseguir una energía que sea amigable con el medio ambiente, buscando obtener reducción en la demanda energética y en el costo de su producción. Se pretende aprovechar el fenómeno de la piezoelectricidad descubierto por Jacques y Pierre Curie en 1880, el cual ocurre en determinados cristales que al ser sometidos a tensiones mecánicas, adquieren cierta polarización eléctrica en su masa generando un diferencial de potencia y cargas eléctricas de distinto signo en las caras opuestas de la superficie.

Para aprovechar la energía que realizan los cuerpos en movimiento se debe tener una superficie inferior horizontal más conocida como piso, que pueda ser sometida a la abrasión o desgaste del rozamiento de los cuerpos móviles.

## **1.3 MARCO LEGAL**

La generación de energías limpias en Colombia, han tenido cierta evolución, por tanto juegan un papel importante en el desarrollo sostenible. Esto contribuye a la generación de investigación en la nación y cuenta con numerosos beneficios

ambientales. El desarrollo del marco legal y los incentivos en Colombia se presentan en las siguientes leyes, normas y decretos:

La Ley 51 de 1989 - crea la Comisión Nacional de Energía a la cual le asigna las funciones de planeación energética y en particular, “efectuar, contratar o promover la realización de estudios para establecer la conveniencia económica y social del desarrollo de fuentes y usos energéticos no convencionales y adoptar la política respectiva” y en relación con el subsector de energía eléctrica, “aprobar los programas de generación eléctrica no convencional” y “coordinar los programas de generación eléctrica en áreas no interconectadas”.

"Para el año 1992 Colombia contaba con dos entidades que coincidían en el desarrollo de estudios, las funciones asignadas a la CNE, y a su vez el Ministerio de Minas y Energía contaba con la división de Fuentes no Convencionales dentro la Dirección General de Energía Eléctrica y Fuentes no Convencionales. De acuerdo a la reestructuración de Estado vivida por el país durante el Gobierno del presidente Cesar Gaviria, se transformaron y crearon nuevas instituciones.

La CNE se transformó en la UPME mediante Decreto 2119 de 1992 en el proceso de reestructuración del Estado de esa época y la Ley 143 de 1994 del sector eléctrico determinó su organización como Unidad Administrativa Especial, con patrimonio propio y personería jurídica y con regímenes especiales en materia de contratación, de administración de personal, de salarios y de prestaciones, y con autonomía presupuestal.

Adicionalmente, el Decreto 2118 crea la Comisión de Regulación Energética encargada de la regulación del sector eléctrico, el cual se encontraba ya en proceso de transformación hacia un ambiente de mercado.

La Ley 143 de 1994, - estableció el régimen de las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad y dispuso que en relación con el servicio público de electricidad al Estado le corresponde asegurar la adecuada incorporación de los aspectos ambientales en la planeación y gestión de las actividades del sector". (Colombia, 1994)

"La Ley 697 de 2001 - Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. En el Artículo 1°. Declárese el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales". (Ley 697 de 2001, 2011)

**"Ley 1715 del 2014 –** Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.

La presente ley tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda". (NACIONAL, 2014)

Decreto 2143 de 2015: Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para la aplicación de los incentivos establecidos en el Capítulo 111 de la Ley 1715 de 2014. El cual promueve el desarrollo y utilización de las fuentes no convencionales de energía - FNCE.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Por el alto consumo de energías convencionales debido a los equipos instalados en la universidad para el desarrollo de las actividades de cada dependencia y las instalaciones eléctricas para la prestación del servicio, objeto del ser y funcionamiento de la institución; se realizará una propuesta técnica para la implementación de un piso eléctrico de energías limpias renovables para la sede principal de la Universidad ECCI, identificando los factores de consumo de energía eléctrica convencional y comparando un sistema alternativo de generación de energía eléctrica a partir de la energía cinética, que aproveche el alto tránsito de personas y pueda ser instalado en la entrada de la sede principal de la Universidad ECCI, proponiendo de tal forma que a partir de una inversión inicial se puede evidenciar los estados de consumo de energía eléctrica actuales y las reducciones del consumo con la implementación del sistema mencionado.

#### **1.5. DELIMITACIÓN**

En cuanto a limitaciones geográficas, la investigación se aplica para la sede principal de la universidad ECCI ubicada en la carrera 19 No 49-20, en la ciudad de Bogotá.

La recolección de información está limitada a la disponibilidad de los datos importantes que puedan ser obtenidos para el desarrollo de la investigación dentro de la universidad o que la misma universidad pueda brindar como soporte documental a este trabajo. Igualmente en Colombia es poco el desarrollo e

investigación en cuanto al tema de energías renovables a partir del fenómeno de piezoelectricidad. De los pocos proyectos presentados se puede mencionar “Caminando se recarga el celular” (agenciadenoticias.unal.edu.co, 2015)

“La iniciativa busca que al hacer presión al caminar se genere un efecto piezoeléctrico (fenómeno que se presenta en ciertos cristales de cuarzo y titanio de bario cuando se oprimen) que produzca energía renovable.

Al respecto, Juan Felipe Giraldo, integrante del proyecto adelantado en la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, señala que para el mismo se utilizaron varios piezoeléctricos conectados a un condensador (sistema integrado por dos conductores que aumentan la capacidad eléctrica) para cargar la batería del celular”.

## **1.6. MÉTODO**

### **1.6.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.6.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Para la universidad ECCI el consumo de energía eléctrica es vital, en especial en las horas de la noche, debido al alto flujo de estudiantes que se maneja, sobre todo en la sede principal, pero, también hay que decir que éste también se debe a que hay una gran cantidad de bombillos en esta sede que permanecen encendidos en espacios vacíos y sin tanta concurrencia de usuarios generando un alto consumo de energía eléctrica convencional, adicional a esto el sistema de iluminación no se encuentra automatizado.

En la cuenta de cobro del recibo de luz que aparece bajo el número 3969479-1 de la dirección carrera 19 # 49-20 de la universidad ECCI sede Bogotá, se observa el alto costo por los motivos anteriormente mencionados, y por lo cual es importante mencionar las siguientes áreas que intervienen en el incremento del consumo: laboratorios, salas de computación, oficinas administrativas, papelerías.

Adicional a lo anterior, las cuatro cafeterías que se encuentran en su interior también generan un alto consumo de energía eléctrica.

#### **1.6.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Al implementar un sistema de energía renovable, baldosa piezoeléctrica, se podrá disminuir el consumo de energía convencional en la sede principal de la universidad ECCI?

## 1.6.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.6.2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar una propuesta técnica a la universidad ECCI sede Bogotá para la implementación de un sistema que permita el ahorro en el consumo de energía eléctrica utilizando energías renovables.

### 1.6.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar un estado del arte de las diferentes organizaciones que fabrican pisos eléctricos.
- Recopilar la información del consumo eléctrico de la sede principal de la universidad ECCI.
- Demostrar que con la implementación de un sistema de energía eléctrica renovable se logra disminuir el consumo energético en la sede principal de la Universidad ECCI.

## 1.6.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación Aplicada:

"La investigación aplicada recibe el nombre de "investigación práctica o empírica", que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad". (Murillo, 2008)

### 1.6.3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología utilizada para la realización del proyecto es una metodología deductiva y analítica.

Las fases en las cuales se desarrolla el proyecto son:

**Fase 1.** Recopilación de Información: En cuanto a la tecnología desarrollada con los piezoeléctricos, investigaciones, estudios y proyectos a nivel mundial y nacional.

**Fase 2.** Análisis de consumo: Realizar un análisis detallado en el consumo energético para la sede principal de la universidad ECCI carrera 19 N° 49-20 con sede en Bogotá. Igualmente, generar informes en cuanto al flujo peatonal en esta misma sede.

**Fase 3.** Conclusión de viabilidad de la propuesta: Proyectar el consumo de energía eléctrica convencional, y comparar con los resultados de la propuesta de inversión en energías renovables, que se presentará para la sede principal de la universidad ECCI, sede Bogotá.

### **1.6.3.2. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN**

#### **FUENTES PRIMARIAS**

A continuación se relacionan los métodos, medios, instituciones y personas de donde se obtiene la información primaria para el desarrollo de este proyecto:

- Laboratorio de Electrónica de la Universidad ECCI
- Acompañamiento de la Universidad (Profesores, Técnicos, Tecnólogos, alumnos)
- Ingeniero eléctrico y de Automatización Yeison Alejandro Londoño (con quien se han adelantado pequeños laboratorios y funcionamiento de piezoeléctricos básicos). Es gerente del departamento técnico y automatización de válvulas para la empresa Casaval S.A.

#### **FUENTES SECUNDARIAS**

A continuación se relacionan los medios e instituciones de donde se obtiene la información secundaria para el desarrollo de este proyecto, es importante relacionar y destacar la facilidad que ofrecen estas herramientas brindadas por la Universidad ECCI, en el acompañamiento conceptual e investigativo:

- Biblioteca WOLMAR CASADIEGO - Universidad UECCI
- Biblioteca virtual WOLMAR CASADIEGO - Universidad UECCI  
<http://atenea.ecci.edu.co>
- E-libro
- Virtual Pro

## CAPITULO II. ANÁLISIS TÉCNICO DEL SISTEMA CONOCIDO COMO PIEZOELÉCTRICO

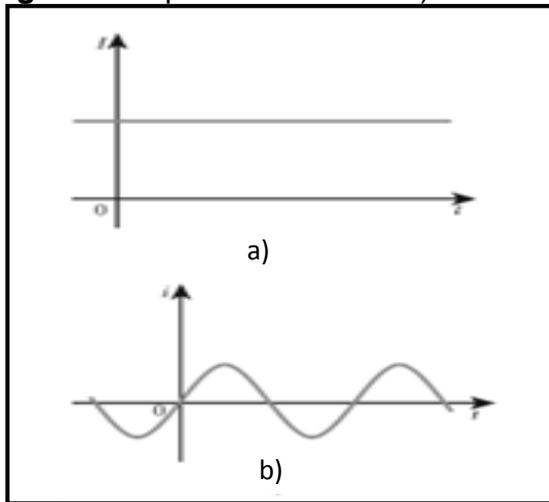
### 2.1. CONCEPTUALIZACIÓN DEL FENÓMENO PIEZOELÉCTRICO

A continuación se presenta la fundamentación eléctrica que se debe tener en cuenta para el análisis del consumo energético en la sede principal en la Universidad ECCI.

**Corriente Directa:** es una corriente que permanece constante en el tiempo.

**Corriente Alterna:** corriente de tipo senoidal, es decir varía en el tiempo.

**Figura 3.** Tipos de corriente a) Corriente directa b) corriente alterna.



**Fuente:** (Alexander & Sadiku)

#### **Ley de ohm:**

De acuerdo a la variedad de los materiales y la conductividad que de estos se deriva, se puede analizar la ley de ohm de la siguiente manera:

Los circuitos en serie constan de una fuente de energía, diferencia de potencial medida en voltios, y una resistencia, que es un elemento que dificulta el paso de la corriente eléctrica a través de los diferentes materiales. Siendo así, en los circuitos se puede analizar: una corriente  $I$  medida en Amperios, una resistencia  $R$  medida en Ohm, y un Voltaje  $V$  medido en Voltios.

Esta relación es:  $V = I * R$  se conoce como la Ley de Ohm.

De esta ecuación se derivan las siguientes fórmulas:

La intensidad de corriente  $I = V / R$  y,

La Resistencia  $R = V / I$

Ejemplo: Se supone un circuito con una fuente de energía de 10 Voltios y una resistencia de 5 Ohm, calcular la corriente eléctrica  $I = ?$

En este caso se calcula la corriente de la siguiente manera:

Sabemos que la corriente es  $I = V / R$ . Entonces:

$$I = 10 \text{ Voltios} / 5 \text{ Ohm}$$

$I = 2$  Amperios, esa sería la corriente que circula por el circuito (por la resistencia o resistor).

Despejando las otras fórmulas, se obtiene:

$$V = I * R; V = 2 \text{ Amperios} * 5 \text{ Ohm} = 10 \text{ Voltios}$$

$$R = V / I; R = 10 \text{ Voltios} / 2 \text{ Amperios} = 5 \text{ Ohm}.$$

### **Ley de Watt:**

Adicional a la Ley de Ohm, la Ley de Watt estudia otra variable como lo es la Potencia  $P$ , variable de electricidad que se entiende como: el consumo o gasto de la energía eléctrica por unidad de tiempo. Relacionando lo anterior con la investigación que se desarrolla, se puede ver que el gasto de energía que consume la sede B de la universidad está dada por Kilowatts o Kilovatios, por lo tanto se podría decir que la potencia consumida por la Universidad se refiere al consumo de energía eléctrica que se ha gastado en un periodo de tiempo determinado. Los métodos matemáticos para calcular la potencia bajo la Ley de Watt es la siguiente:

Potencia ( $P$ ) = Voltaje ( $V$ ) \* Corriente ( $I$ ), lo que demuestra que a mayor Voltaje (Voltios) o mayor paso de corriente (Amperios) es mayor la Potencia  $P$  del circuito.

Se puede sustituir bajo las fórmulas de la Ley de Ohm:

1)  $P = (I * R) * I$  donde,  $P = (I)^2 * R$

2)  $P = V * (V/R)$  donde,  $P = (V)^2 / R$

Verificando la fórmula con los valores del ejercicio anterior, se obtiene:

$$P = 10V * 2 \text{ Amp} = 20 \text{ watts}$$

$$P = (2 \text{ Amp})^2 * 5 \Omega = 20 \text{ watts}$$

$$P = (10 \text{ V})^2 / 5 \Omega = 20 \text{ watts}$$

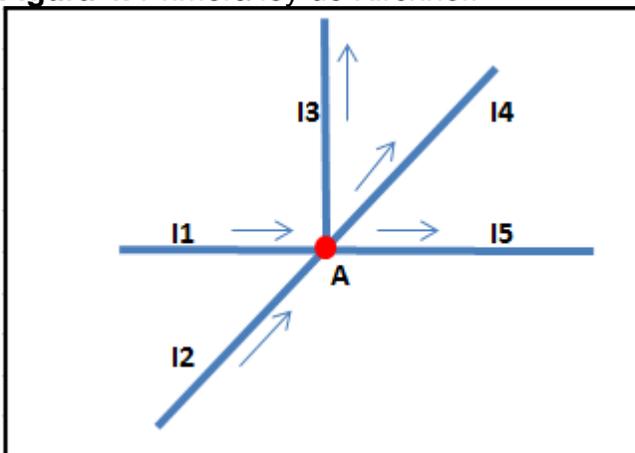
### Ley de Kirchhoff:

La ley de Ohm y la Ley de watt no son suficientes para analizar circuitos. Por esta razón es importante apoyarse en las dos leyes de Kirchhoff, la primera ley de Kirchhoff es la ley de corrientes (nodos) LCK y la segunda es la ley de Voltajes o tensiones LVK.

La primera ley de Kirchhoff determina que la suma matemática de las corrientes que pasan por un nodo es cero.

Para entender la afirmación anterior, se expone bajo la figura 4:

**Figura 4.** Primera ley de Kirchhoff



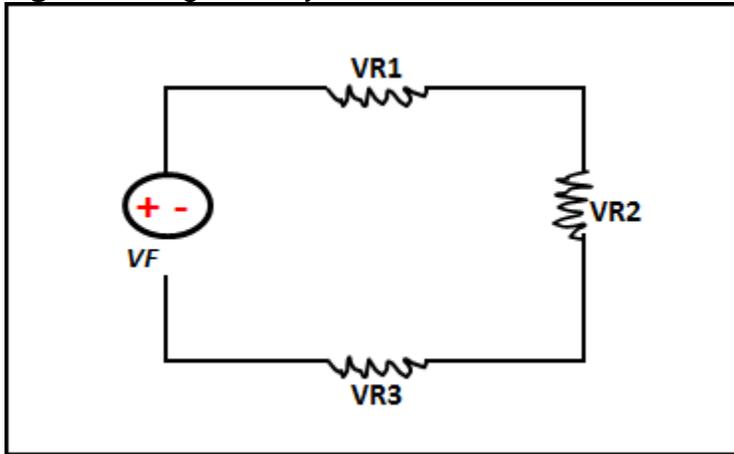
**Fuente:** Autores.

Donde las corrientes  $I_1$ ,  $I_2$  son corrientes que entran al nodo y las corrientes  $I_3$ ,  $I_4$ ,  $I_5$  son corrientes que salen del nodo.

Supongamos que la corriente  $I_1 + I_2 = 30$  Amperios, entonces las corrientes  $I_3 + I_4 + I_5 = 30$  Amperios, y se obtiene que:  $I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$ , es importante aclarar que esta ley solo se puede aplicar a los circuitos en paralelo.

La segunda ley de Kirchhoff (LVK) está determinada para los circuitos en serie, en este caso es importante no analizarlos en circuitos en paralelo, esta ley establece el principio de la conservación de la energía: Donde el voltaje (tensión) suministrado por la fuente de energía, es igual a todas las caídas de voltaje (tensión) en las resistencias, ejemplo.

**Figura 5.** Segunda ley de Kirchhoff.



**Fuente:** Autores.

En la imagen anterior se muestra un circuito cerrado, donde la suma de los Voltajes de caída en las resistencias  $VR1 + VR2 + VR3 = VF$  (Voltaje suministrado por la Fuente), de ser así, supongamos:

Que el valor de voltaje suministrado por la fuente es de  $V_F = 24 V$  y los Voltajes  $VR1 = 6V$ ;  $VR2 = 8V$ ; cuál sería el  $VR3 = ?$  Entonces.

$$V_F - VR1 - VR2 = VR3$$

$$24 V - 6V - 8V = 10 V$$

Con el ejemplo anterior se demuestra el principio de la segunda Ley de kirchhoff, donde:

$$V_F = VR1 + VR2 + VR3$$

$$24V = 6V + 8V + 10V.$$

### Efecto Piezoeléctrico

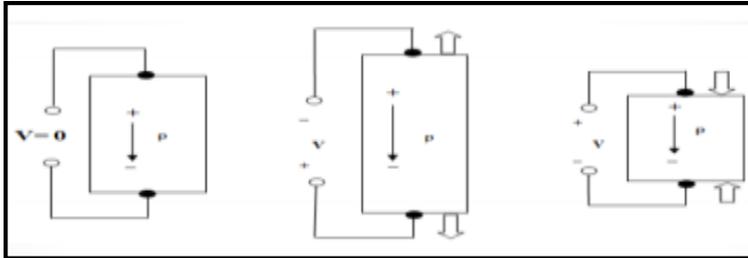
Descubierto por los hermanos Pierre y Jacques Curie en 1880, es el fenómeno mediante el cual un cristal es comprimido o distorsionado, a través de una fuerza mecánica, creando cierta polarización eléctrica en su masa y generando una diferencia de potencial y cargas eléctricas de distinto signo en las caras opuestas de la superficie. Cuando la operación queda estática no consume potencia.

El efecto piezoeléctrico es fundamental en el presente trabajo, ya que la propuesta que se presentará, parte de la implementación de un sistema que será instalado en la entrada de la sede principal de la Universidad ECCECI, el cual generará energía

eléctrica, aprovechando las pisadas del alto flujo de personal que ingresa a la sede principal de la Universidad.

### Efecto piezoeléctrico directo

**Figura 6:** Efecto piezoeléctrico directo



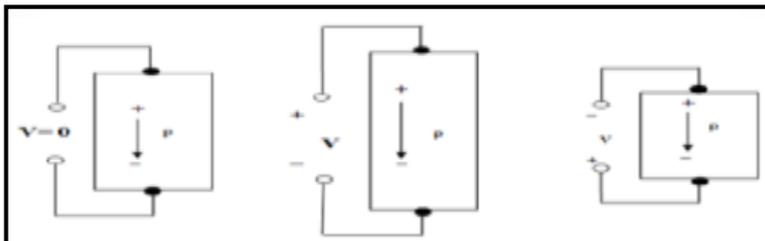
**Fuente:** (Rangel)

En la primera imagen de la figura anterior se muestra que no existe ninguna carga en el elemento, por lo cual no existe diferencia de potencial.

En las siguientes dos imágenes de la figura anterior se evidencia que existe una fuerza mecánica presentando una distorsión y una compresión en el elemento generando una diferencia de potencial.

### Efecto piezoeléctrico Inverso

**Figura 7:** Efecto piezoeléctrico Inverso



**Fuente:** (Rangel)

En la figura anterior se evidencia que no sufre ningún tipo de fuerza mecánica por lo cual su voltaje es cero y cuando se aplica un campo eléctrico el material, este experimenta una distorsión mecánica.

Como lo menciona Francisco Gutiérrez Melero (Melero, 2010), se puede encontrar elementos piezoeléctricos que pueden convertir la tensión mecánica en electricidad, los cuales pueden ser naturales tales como:

**Cuarzo:** Es un buen material piezoeléctrico ya que están hechos de átomos de silicio y oxígeno en un patrón repetitivo, cuando el cuarzo se comprime o estira, cambia ligeramente el orden de los átomos, es un material extremadamente estable, el cual tiene simetría trigonal.

**Turmalina:** Está conformada por silicato complejo de boro y aluminio, con hierro, magnesio entre otros materiales alcalinos y flúor en pequeñas cantidades, cristalizado en un sistema trigonal.

**Sal de rochelle:** Está compuesta por tartrato doble de sodio y potasio  $KNaC_4H_4O_6 + 4H_2O$

Los materiales piezoeléctricos naturales son muy pequeños por lo cual se crearon cerámicos artificiales con propiedades mejoradas tales como:

**Titanato Zirconato de Plomo PZT:** Son los cerámicos más Utilizados en los actuadores y sensores, en ramas como la medicina, la mecánica, ingeniería mecánica, Ópticas y otras, su estructura es cúbica Centrada en las caras antes de su polarización y después de la polarización se muestra Tetragonal. Este cristal se encuentra diversas variaciones.

**Fluoruro de Vinilideno PVDF:** Es uno de los materiales piezoeléctricos más desarrollados, es un polímero semicristalino termoplástico. Por sus buenas compatibilidades mecánicas frente a otros materiales similares hace que sea muy bien visto y utilizado en la industria de la química, electrónica, biomédica entre otras. Por otro lado se hace atractivo ya que su costo es bajo. (Casado)

**Titanano de bario BaTiO<sub>3</sub>:** Material ferro eléctrico, Usado en capacitores de alta permitividad, aparatos electrónicos, transductores y detectores. El Titanano de bario tiene una propiedad permitividad dieléctrica ( $\epsilon'$ ), relacionada con el comportamiento piezoeléctrico.

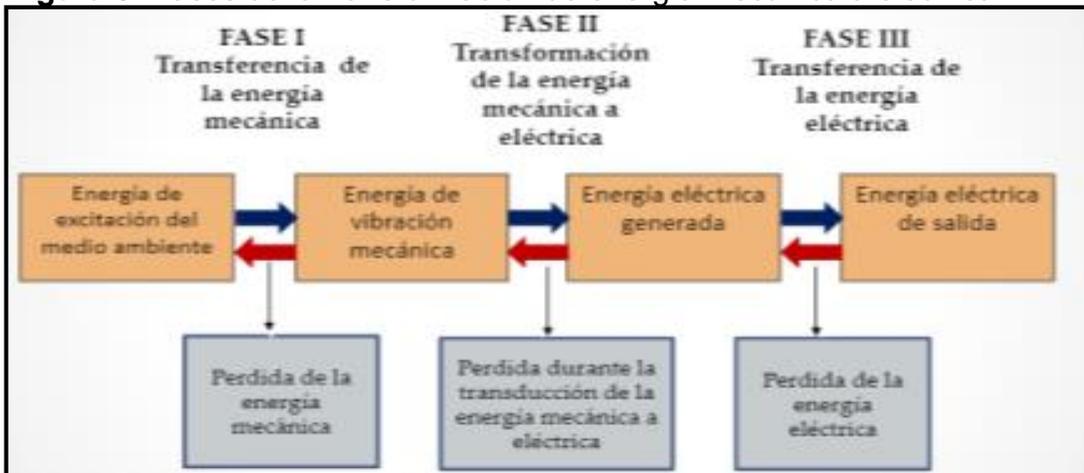
### **Transformación de la energía mecánica a eléctrica.**

Con el apoyo de la presentación de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, escrito por Carolina Nohemí Salgado Castro y Alejandra Lugo Rangel (Rangel)

Se presentan las fases en las cuales se transforma la energía mecánica en energía eléctrica.

- En la fase I se presenta el modelo mecánico, en el cual se transfiere la energía mecánica y se empieza a perder la misma.
- En la Fase II se encuentra el modelo eléctrico inicial donde se transforma la energía mecánica a eléctrica.
- En la fase III donde encontramos un rectificador con filtro, un dispositivo regulador y un dispositivo el cual recibe la energía generada para dar su disposición final.

**Figura 8:** Fases de la transformación de energía mecánica a eléctrica



Fuente: (Rangel)

## CÁLCULOS VOLTAJE POR PISADA

Para determinar los cálculos de la cantidad de energía que se va a generar en la sede principal de la Universidad ECCI ubicada en la ciudad de Bogotá se tienen en cuenta los estudios realizados en el artículo “Pisando y generando” (Generando) en el cual se presentan unos resultados y análisis de la siguiente manera:

El voltaje real que se puede producir se puede ver en la siguiente fórmula:

$$V = -g(33) * h * T$$

Donde:

V= voltaje

g33 = constante de voltaje del piezoelectrico

h = altura (espesor) del elemento cerámico

T = presión sobre el elemento

La presión sobre el elemento será la de una persona promedio al caminar:

Si una persona promedio pesa 70 kg entonces la fuerza con la que pisaría estaría dada por:

$$F = mg * (\text{gravedad})$$

Entonces:

$$F = 70 \text{ Kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$F = 686 \text{ N}$$

La presión sobre el área de los cristales estaría dada por:

$$P = F/A$$

$A = \text{area total}$

$F = \text{la fuerza ejercida.}$

Entonces:

$$P = 686 \text{ N} / 0.012 \text{ m}^2$$

$$P = 57166.6 \text{ p}$$

La altura o espesor del elemento cerámico, en este caso de los discos piezoeléctricos, es un dato que ya se conoce que sería de:

$$h = 0.14 \text{ mm}$$

$$h = 0.00014 \text{ m}$$

Entonces, para el voltaje real que se produciría en el material piezoeléctrico tendríamos que:

$$V = -(g33hT)$$

$$V = -(+/- 2) * (0.00014) * (57166.6)$$

$$V = -(+/- 2) * (8.003324)$$

$$Vr = 16.006648$$

$$Vr = 16v.$$

Este voltaje sería el total que se produciría con la constante de voltaje piezoeléctrico de los discos.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL FABRICANTE

El sistema de obtención de energía a través de las pisadas está cogiendo cada vez más importancia en el mundo de la innovación, empresas tales como Pavegen Systems, Innowattech, energy floors y PowerLeap son las organizaciones pioneras en la fabricación de este excelente sistema y de acuerdo a las características antes mencionadas se muestran las siguientes ventajas y desventajas para la importación

de las tabletas piezoeléctricas que se requieren para la implementación en la sede principal de la Universidad ECCI ubicada en la Ciudad de Bogotá con dirección Cra. 19 No. 49-20.

## Pavegen Systems

**Figura 9:** Primera Baldosa Pavegen



**Fuente:** (Blog, 2016)

Las baldosas Pavegen tienen una gran experiencia en el mercado, se han dedicado a generar energía a través de las pisadas de peatones en pasillos, centros comerciales, colegios, estaciones de transporte público donde transita un gran volumen de peatones y en general zonas Urbanas. En Europa y en el Reino Unido se han llevado a cabo más de 30 proyectos de baldosas tanto permanentes como temporales. (National Geographic Society)

Para la Universidad ECCI cumple con el objetivo ya que en la sede principal de la misma, hay un gran flujo de personal diariamente “aproximadamente 8.400 personas” y esto conlleva a ver más viable e interesante el presente proyecto.

**Figura 10:** Baldosas Pavegen



**Fuente:** (National Geographic Society)

Las baldosas que fabrica Pavegen Systems tienen las siguientes especificaciones:

- Medidas de 60 cm X 45 cm
- Voltios a producir: 8.5 Voltios con el peso promedio de una persona de 70 kg
- Precio: 50 Dólares por Unidad
- Resistencia: Tráfico pesado, resistencia al Agua
- Durabilidad: 20 años
- El 80% de su composición es de material reciclado.

De la energía generada, la baldosa consume el 5% el cual se utiliza para el LED de las propias baldosas y el 95% de la energía generada se puede utilizar en cualquier instalación eléctrica e infraestructura o de lo contrario almacenarla para su posterior consumo.

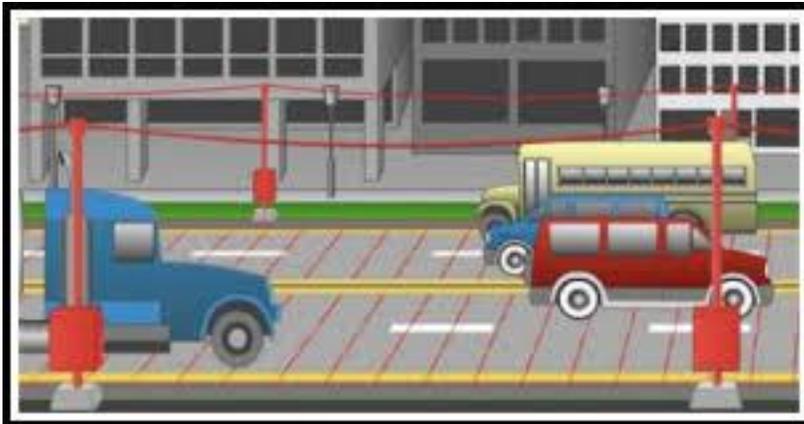
La Revista de NATIONAL GEOGRAPHIC afirma que Kemball-Cook asegura que inicialmente las baldosas no eran tan baratas, de igual forma afirma que la información de los costos puede variar muy rápido, por lo cual dice que han bajado en un 70% y que podrían llegar a costar 50 Dólares cada una.

Kemball-Cook considera su tecnología como información protegida, tampoco describe cómo es su funcionamiento, solo afirma que es una tecnología híbrida y que no ha visto una igual en el mercado, también afirma que es 200 veces más eficiente que productos similares en sus empresas rivales. (National Geographic Society)

## Innowattech

La empresa Innowattech con sede principal en Ra'anana Israel, fabrica elementos a base de la piezoelectricidad, especialmente en la vías por donde transitan coches, trenes, vías de alto flujo vehicular, según investigaciones la organización tiene bastante experiencia en la generación de energía a través de la piezoelectricidad, colocando su sistema en las principales vías en las cuales se encuentra un alto flujo vehicular, este sistema es instalado en medio del asfalto a unos 5 centímetros de la capa superior, de tal forma que una vez transitan vehículos, estos con su presión ejercida generan energía eléctrica. (Journal, 2009)

**Figura 11:** Vías con Sistemas Piezoeléctricos Innowattech



**Fuente:** (Karin, 2088)

De acuerdo a la revista Energy Harvesting Journal un camión puede producir hasta 2.000 voltios, pero para que el sistema sea más eficiente, el sistema se debe instalar en las vías en cientos de metros donde se evidencie un alto flujo vehicular, afirman que con el pasar de 600 vehículos durante una hora, se genera la energía suficiente para alimentar de 600-800 viviendas.

Para el presente proyecto no es viable innowattech ya que no produce tabletas piezoeléctricas para zonas urbanas o para flujo de peatones.

## Energy Floors

**Figura 12:** Energy Floors Holanda

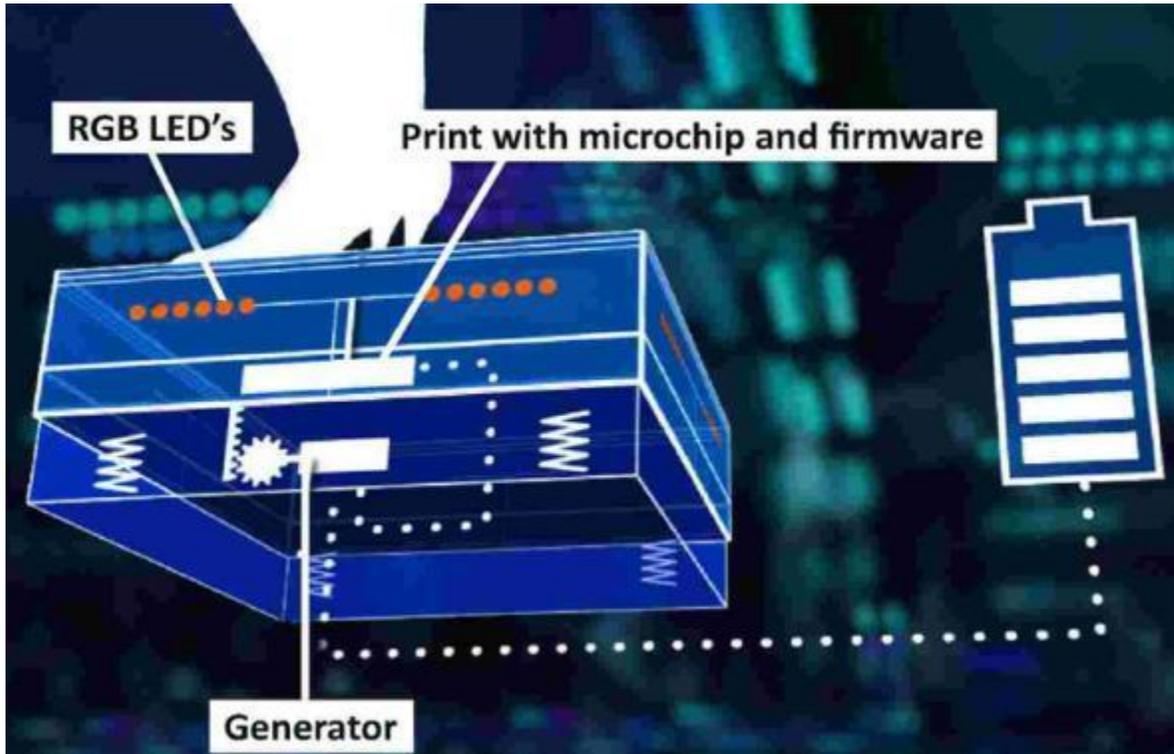


**Fuente:** (Juanita, 2015)

De Acuerdo al artículo de la revista Construible, la empresa energy floors genera electricidad a partir de las pisadas de las personas, las cuales por cada pisada genera aproximadamente 5 voltios, la empresa energy floors antes conocida como Club Baile Sostenible es una empresa con sede en Rotterdam, estado de Europa Occidental a orillas del mar del norte, entre Bélgica y Alemania.

En el 2008 lanzaron su producto llamado sustainable Dance Floor el cual se instalaba en las discotecas y se alimentaban todos los LED de la pista de baile. El tamaño de los módulos es de 75 x 75 x 20 cm y puede producir hasta 20 vatios por persona, dependiendo de su peso.

**Figura 13:** Sistema Tabletas Piezoeléctricas



**Fuente:** (CONSTRUIBLE.ES, 2015)

La figura 13 muestra como es el sistema para generar energía a través de las pisadas y su respectivo acumulador de energía para su posterior consumo.

Se encuentran dos sistemas, uno es el sistema Sustainable Energy Floor el cual tiene como objetivo capturar y convertir la energía cinética de las zonas peatonales con flujo de peatones que transitan en estaciones de ferrocarriles, aeropuertos, estadios deportivos, en energía utilizable.

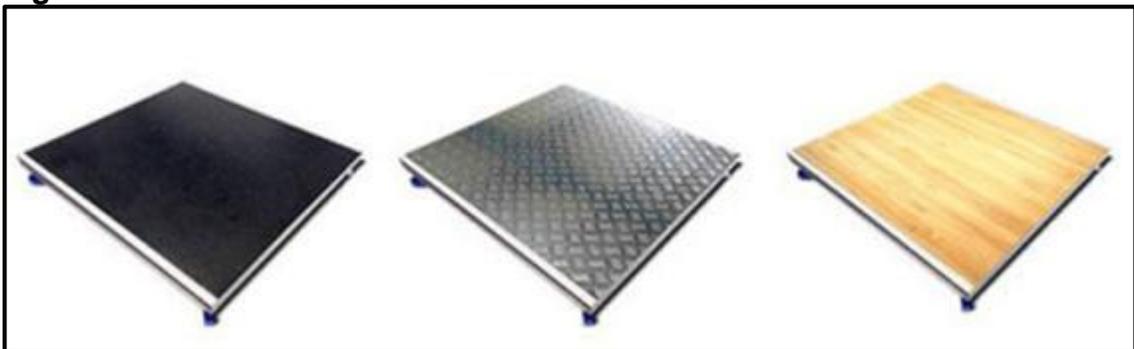
**Figura 14:** Sistema de Suelo Peatonal



**Fuente:** (CONSTRUIBLE.ES, 2015)

Y el sistema Energy Floor de la figura 14 que es un sistema de suelo peatonal reciclable en su totalidad que puede ser utilizado en pavimentos y zonas de alto flujo de personas que con sus pisadas generan su propia energía para alumbrar sus alrededores y en su defecto energía para el alumbrado público. El material de las baldosas puede ser en materiales duraderos como Corian, Madera o Bambú Figura 15, los materiales para los dos sistemas son impulsados con la misma tecnología.

**Figura 15:** Materiales de las Baldosas Piezoeléctricas



**Fuente:** (CONSTRUIBLE.ES, 2015)

Energy Floor deja abierta la posibilidad de nuevas investigaciones para implementar tecnologías que sean aplicadas a vehículos.

**Figura 16:** Nueva Tecnología Vehicular



**Fuente:** (CONSTRUIBLE.ES, 2015)

## **TABLETAS POWERLEAP**

**Figura 17:** Logo empresa PowerLeap



**Fuente:** (POWERLEAP)

Empresa fundada por Iker Gil, powweLeap, empezó cuando cursaba su crédito 12 en la Universidad Michigan y vio la necesidad de crear baldosas que fueran amigables con el medio ambiente, pero en el año 2011 sólo habían prototipos, no

había todavía una instalación como tal. Razón por la cual la experiencia de PowerLeap en la fabricación de baldosas piezoeléctricas es poca. (POWERLEAP)

Las baldosas PowerLeap de acuerdo a las investigaciones realizadas por Delgado Galindo Luis Eduardo y Sinche Cueva Luisa Dario generan aproximadamente 7.2 Voltios por pisada, como también coincide Vicente Andres Merino Alvarado en su trabajo de grado en el cual realiza los cálculos de los voltios que generan las baldosas de PowerLeap es de 7.45 voltios por pisada. (Luis\_Eduardo & Dario, 2014)

La baldosa PowerLeap está montada sobre una estructura de aluminio de 3cm de altura y 50 cm de largo y soporta 100 KN de peso, sobre esta estructura se disponen dos placas metálicas de aluminio de 3 y 4 mm de espesor la cual puede ser desplazada 5 mm en el momento de una pisada, el piezoeléctrico se encuentra en la mitad de las dos placas metálicas. La vida útil de una tableta Powerleap es de aproximadamente 20 años. (Andrés, 2013)

El precio de las baldosas PowerLeap es de \$50-100 por pie cuadrado aproximadamente y aspira mejorar su sistema en calidad y precios. (POWERLEAP)

De acuerdo a la explicación anterior no es viable comprar las baldosas a PowerLeap ya que carece de experiencia, estando apenas en pruebas de prototipos, además se considera que las baldosas están costosas.

### **2.2.1 MATRIZ CUALITATIVA DE FABRICANTES**

La selección de la herramienta de la matriz cualitativa de fabricantes fue realizada con la plantilla de la página web Infoautonomos el economista.es (Infoautónomos) y permitió la selección objetiva del fabricante determinado por tres aspectos:

- Aspectos Técnicos
- Aspectos comerciales y económicos
- Aspectos empresariales

Los pasos para la evaluación son los siguientes:

- 1- Ponderar los criterios a tener en cuenta
- 2- Indicar cuáles son los fabricantes a comparar
- 3- Valorar a fabricantes.
- 4- Resultados

## 1. Ponderación de los criterios a tener en cuenta en la valoración.

Se toman 14 criterios los cuales tienen un peso en % que tiene sobre el 100% total.

**Tabla 1:** Criterios de evaluación

Aspectos Técnicos		Aspectos comerciales y económicos		Aspectos empresariales	
Calidad del producto/servicio	29%			Estabilidad del proveedor	4%
Capacidad técnica del proveedor	5%	Precios	25%	Proximidad	3%
Calidad certificada (ISO o similar)	5%	Formas y plazos de pago	3%	Facilidad de entendimiento	3%
Capacidad de adaptación	5%	Servicio postventa	2%	Importancia como cliente	3%
Plazos de entrega	10%	Garantías	2%	Referencias de terceros	1%
<b>Total aspectos técnicos</b>	<b>54%</b>	<b>Total aspectos comerciales y económicos.</b>	<b>32%</b>	<b>Total aspectos empresariales</b>	<b>14%</b>

Fuente: Autores

## 2. Identificación de los fabricantes a comparar.

Fabricantes	
A.	Pageven
B.	Innowattech
C.	Energy Floors
D.	Powerleap

## 3. Valoración de los fabricantes.

**Tabla 2:** Valoración aspectos técnicos.

Aspectos Técnicos	Pavegen	Innowattech	Energy Floors	Powerleap
Calidad del producto/servicio	5	1	4	3
Capacidad técnica	5	4	5	3
Calidad certificada (ISO o similar)	5	1	4	0
Capacidad de adaptación	5	4	2	4
Plazos de entrega	3	3	3	3

Aspectos Técnicos	Pautas de valoración				
	1	2	3	4	5
Calidad del producto/servicio	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Capacidad técnica	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Calidad certificada (ISO o similar)	Muy baja	Baja	media	Alta	Muy alta
Capacidad de adaptación	Muy baja	Baja	media	Alta	Muy alta
Plazos de entrega	Muy altos	Altos	Medios	Bajos	Muy Bajos

Fuente: Autores

**Tabla 3:** Valoración aspectos comerciales y económicos.

Aspectos comerciales y económicos.	Pavegen	Innowattech	Energy Floors	Powerleap	
Precios	3	1	4	5	
Formas y plazos de pago	3	3	3	1	
Servicio postventa	3	3	3	1	
Garantías	5	5	5	2	
Aspectos comerciales y económicos.	Pautas de valoración				
	1	2	3	4	5
Precios	Muy altos	Altos	Medios	Bajos	Muy Bajos
Formas y plazos de pago	Muy malas	Malas	Medias	Buenas	Muy buenas
Servicio postventa	Muy malo	Malo	Medio	Bueno	Muy bueno
Garantías	Muy mala	Mala	Media	Buena	Muy buena

Fuente: Autores

**Tabla 4:** Valoración aspectos empresariales.

Aspectos empresariales	Pavegen	Innowattech	Energy Floors	Powerleap	
Estabilidad del proveedor	5	5	3	3	
Proximidad	5	3	4	3	
Facilidad de entendimiento	4	5	2	4	
Importancia como cliente	4	2	3	3	
Referencias de terceros	4	3	2	1	
Aspectos empresariales	Pautas de valoración				
	1	2	3	4	5
Estabilidad del proveedor	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Proximidad	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Facilidad de entendimiento	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Importancia como cliente	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Referencias de terceros	Ninguna	Malas	Regulares	Buenas	Muy buenas

**Fuente:** Autores.

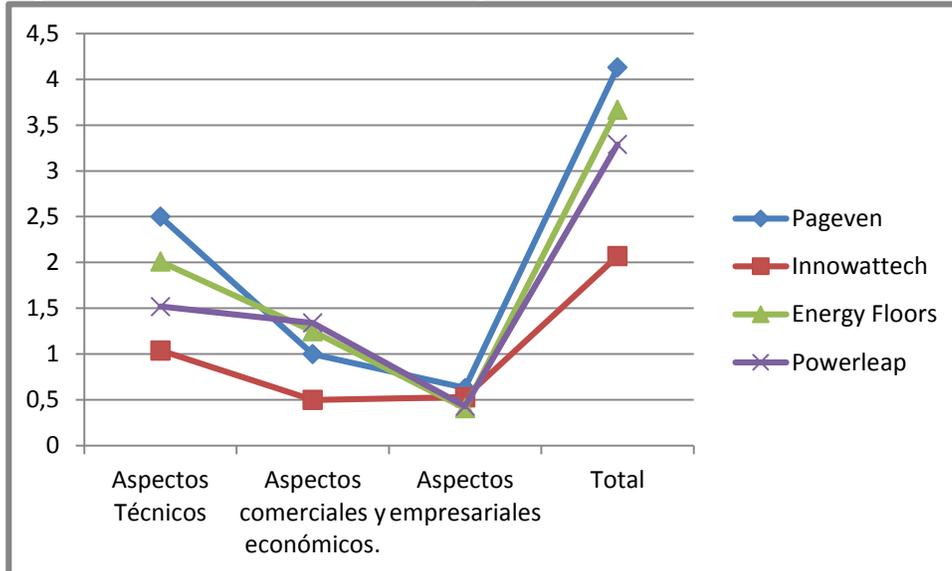
#### 4. Resultados de la comparación.

**Tabla 5:** Resultados de la comparación.

Resultados	Aspectos Técnicos	Aspectos comerciales y económicos.	Aspectos empresariales	Total	Posición
<b>Pageven</b>	2,50	1,00	0,63	<b>4,13</b>	<b>1</b>
<b>Innowattech</b>	1,04	0,50	0,53	2,07	4
<b>Energy Floors</b>	2,01	1,25	0,41	3,67	2
<b>Powerleap</b>	1,52	1,34	0,43	3,29	3

**Fuente:** Autores.

**Figura 18:** Resultados de la comparación.



**Fuente:** Autores

De acuerdo a los resultados mencionados Ver Tabla No. 5 y figura 18, matriz de comparación de los fabricantes, se propone la instalación del sistema de las baldosas Pavegen, por ende, se describe en detalle los productos y proyectos ejecutados por la compañía Inglesa.

### **BALDOSAS PAVEGEN SYSTEMS**

Las baldosas creadas por Pavegen, permiten que las personas al caminar aumenten el nivel de energía renovable con cada pisada, la tecnología busca convertir la energía cinética en electricidad que puede ser acumulada y usada en distintas aplicaciones de manera inmediata, como en la iluminación peatonal, la señalización de rutas y publicidad, o ser simplemente almacenada en una batería. Como lo muestra la imagen, cada vez que las personas pisan este tipo de tabletas están generando múltiples vatios que serán utilizados o acumulados en una batería:

**Figura 19:** Construdata



**Fuente:** (CONSTRUDATA, 1981)

La tecnología desarrollada por la empresa Pavegen ha tenido un foco de innovación y estudios para el mejoramiento de las baldosas en los últimos años, por tanto, es importante relacionar las características más importantes del nuevo modelo de baldosas Pavegen, comparado con el modelo lanzado en el 2009 por el británico Laurence Kemball-Cook y los avances de la tecnología que se implementó en la tableta:

Lo que la empresa de Londres definen el futuro de los suelos, la compañía está realizando una nueva cobertura de sostenibilidad en el entorno construido, esto lo buscan a través de la creación en tecnología pionera en el mercado de los suelos, el objetivo claro de la compañía es buscar un mejoramiento en las ciudades del mañana, que sean ciudades inteligentes y que diversifiquen las energías renovables del mañana. De esta manera se pretende empoderar a las comunidades en la utilización de los pasos para contribuir al medio ambiente.

Pavegen es un sistema de pisos multifuncional, por lo que está equipado con un API inalámbrico que transmite el análisis de movimientos y datos en tiempo real, como de producción de energía. Tiene la capacidad de conectarse a una amplia gama de dispositivos móviles; como el trabajo de las baldosas es aprovechar las pisadas de los peatones, el peso de sus pasos hace que los generadores se desplacen de forma vertical, en consecuencia al movimiento crea energía a través de la inducción electromagnética.

La nueva tecnología conocida como Pavegen V3, es más delgada y mucho más eficiente, lo que genera 200 veces más energía que el primer modelo fabricado en el 2009, el nuevo diseño lanzado por la empresa, tiene características

triangulares maximizando la producción de energía y la captura de datos en tiempo real; mientras que su vida útil y la capacidad de despliegue e instalación se hace sencillo, permitiendo que las baldosas Pavegen puedan instalarse perfectamente en cualquier lugar, como una solución de energía descentralizada, confiable, básica y sencilla.

**Figura 20:** Baldosas PAVEGEN



**Fuente:** (CONSTRUDATA, 1981)

Dentro de la evolución estética del diseño, Pavegen está cambiando para convertirse en una estrategia elegante, permanente y comercial, la tecnología ha evolucionado a partir de una serie de componentes y variables, dentro de lo cual se establece una matriz de tres partes o componentes que la hacen multifuncional. Estas funciones son: pisos, datos y energía.

Pavegen hasta la fecha utiliza una amplia gama de portafolio en el ámbito comercial, dentro de lo cual utiliza una superficie en vinilo para las baldosas. Los pisos flexibles exceden los estándares internacionales de seguridad, con alta resistencia al deslizamiento durante todo su ciclo de vida, ofreciendo cuatro tipos de suelos: suave, caucho, resina y seguridad lo cual permitirá una ubicación perfecta en la elección de pisos para los interiores o los exteriores.

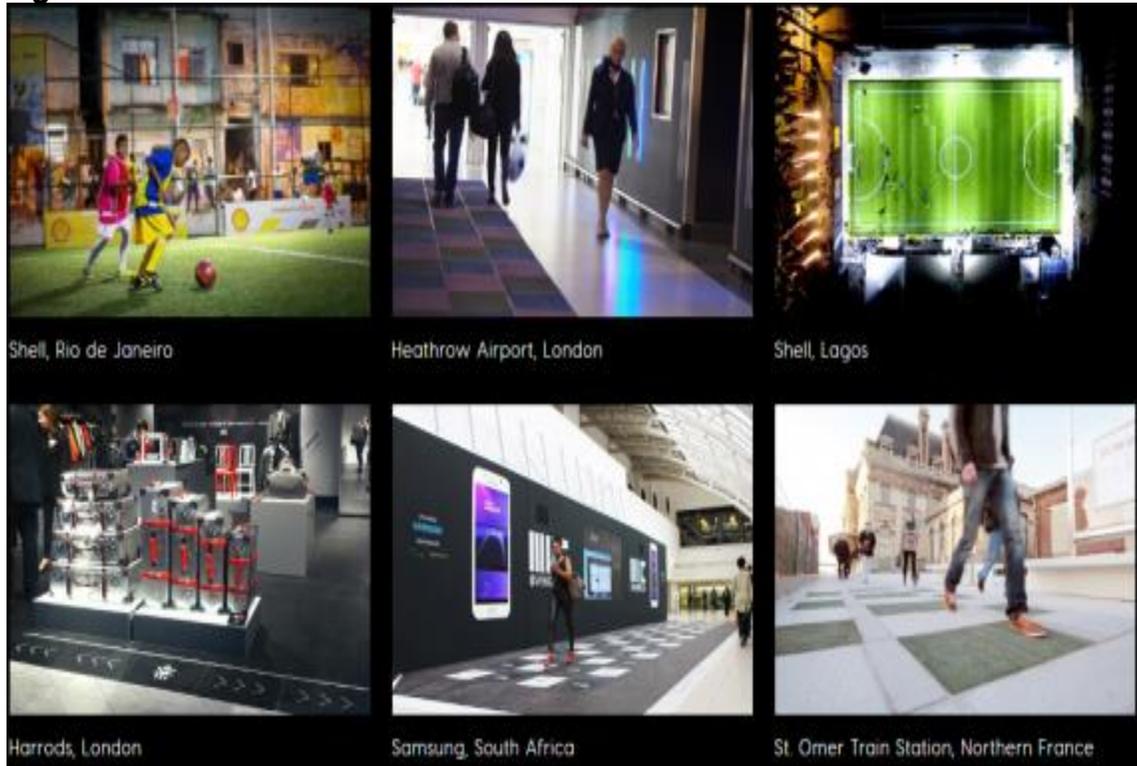
El diseño es visualmente impresionante y tecnológicamente avanzado. La composición triangular maximiza la producción de energía y la captura de datos, mediante la activación de múltiples generadores por paso; cada baldosa está equipada con un transmisor de datos para capturar información inalámbrica desde cada paso.

Dentro de las necesidades que permite cubrir Pavegen crea el pase por la luz, lo cual permite una solución inteligente que se ilumina mientras se camina en un área específica, esto puede ayudar a mejorar la seguridad y el poder al momento de transitar por espacios públicos.

Pavegen ha contemplado más 100 proyectos en todo el mundo, a través de diversos sectores, como estaciones de tren, centros comerciales, aeropuertos, y espacios públicos, a continuación se relacionan algunos proyectos de éxito con la tecnología Pavegen:

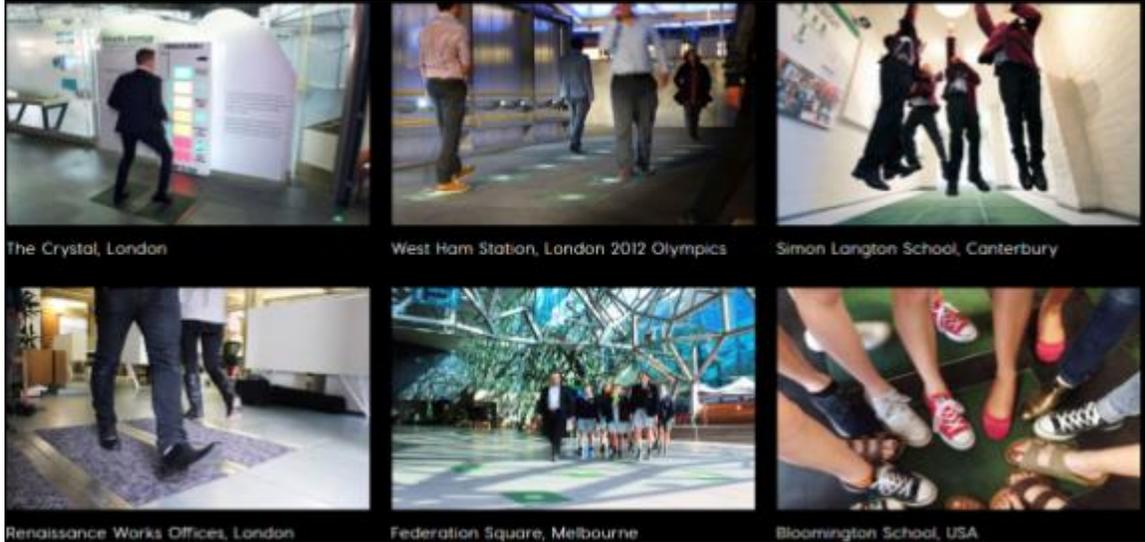
## INSTALACIONES PERMANENTES - CASOS DE ÉXITO SISTEMA PAVEGEN

Figura 21: Baldosas PAVEGEN



Fuente: (PAVEGEN, 2016)

**Figura 22:** Baldosas PAVEGEN



**Fuente:** (PAVEGEN, 2016)

Dentro de los planes de publicidad y concientización para el cuidado del medio ambiente, Pavegen creó el programa “Pavegen Vivo” el cual consiste en la activación de eventos y el acompañamiento a marcas publicitarias. A continuación relacionamos los siguientes eventos y acompañamiento a marcas reconocidas en el mundo:

**Figura 23:** Baldosas PAVEGEN



**Fuente:** (PAVEGEN, 2016)

## 2.2.2 ANÁLISIS TÉCNICO

La entrada de la universidad ECCI ubicada en la carrera 10 N° 49 – 20 (sede principal) tiene una dimensión de 9,3 metros de frente. De estos 9,3 metros se tomaran 6,6 metros, y 15,30 metros de fondo desde los torniquetes hacia dentro; afectando un área inicial de 100,98 metros. La otra área determinada va desde la puerta hasta los torniquetes de la siguiente manera (ver figura 25); 3,6 metros de frente por 3,15 metros de fondo, afectando un área de 11,34 metros. Finalmente el área a afectar en la instalación total es de 112,32 metros cuadrados, ver figura 24.

**Figura 24:** Entrada sede principal Universidad ECCI.



**Fuente:** Autores.

Pavegen provee tabletas de una dimensión de 45 cm x 60 cm. Al relacionar:  
 $45 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} = 2700 \text{ cm}^2$ ;  $0,27 \text{ m}^2$  / baldosa.

Calculo de baldosas Pavegen y tradicionales a requerir:

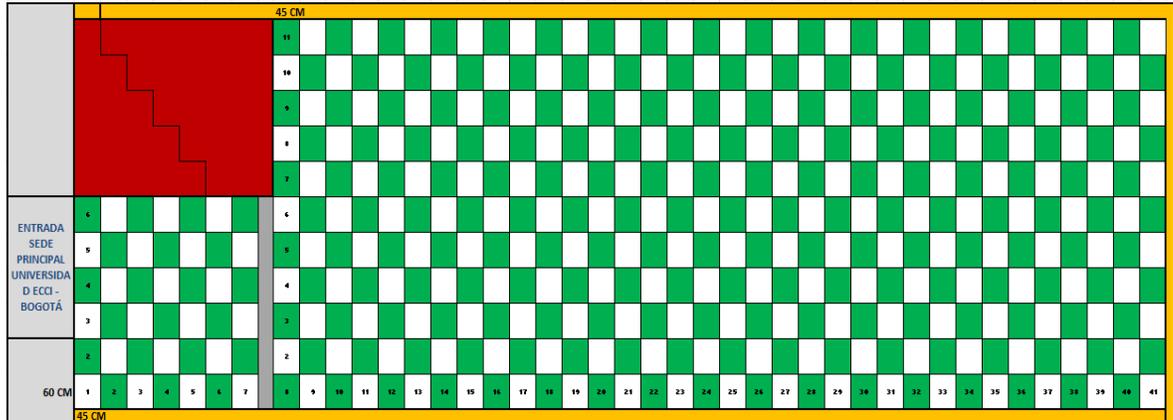
Total área  $112 \text{ m}^2$

Total baldosas a instalar =  $112 \text{ m}^2 / 0,27 \text{ m}^2 = 415$  baldosas, por el diseño se aproxima a 416 baldosas.

$416 \text{ baldosas} / 2 = 208$  baldosas Pavegen a importar y 208 baldosas tradicionales a comprar.

Teniendo en cuenta la dimensión de las baldosas y el área total a instalar, se propone un diseño en el cual se intercala baldosa Pavegen con una baldosa tradicional, haciendo más eficiente el sistema, ver figura 25.

**Figura 25:** Diseño propuesto para la instalación.



**Fuente:** Autores.

Para la instalación del sistema se requiere un acumulador de energía el cual se describirá más adelante, como también se necesita un tablero de control, un personal profesional y operarios ver anexo No. 6 en el cual se presentan todas las requisiciones para la presente propuesta.

## ACUMULADOR DE ENERGIA RENOVABLE

Las exigencias de la presente propuesta de innovación en la universidad ECCI indican que se necesita un acumulador de energías que cumpla con las siguientes características:

- Capacidades mínima y máxima del acumulador C100, C50, C20.
- Capacidad mínima y máxima de descarga.
- Capacidad de auto descarga de energía.
- Temperaturas de resistencia
- Rendimiento, velocidad de carga y descarga de energía eléctrica, diferencial de potencial.

EL acumulador de energía eléctrica estacionario requerido para el proyecto debe ser capaz de retener la energía generada por el sistema propuesto. Este

acumulador debe estar en un lugar fijo y proporcionara corriente eléctrica a toda la instalación actual.

En el mercado se consiguen diferentes tipos de acumuladores como se observa en el anexo 3, de ellos y de acuerdo a las características mencionadas se determinó que el OPzS 2V. 4505Ah. TZS-24 Cíclica Estacionaria Hawker Ver Figura No.26 y tabla 6, es el más acertado ya que cumple con la capacidad requerida para la demanda de energía que producirá el sistema.

**Figura 26.** Acumulador OPzS 2V. 4505Ah. TZS-24 Cíclica Estacionaria Hawker



**Fuente.** (Teknosolar)

Las características del acumulador TZS 24 escogido posee las siguientes características, las cuales se observan en la siguiente ficha técnica:

**Figura 27.** Ficha técnica acumulador

<b>FICHA TÉCNICA</b>	
Marca	Enersys
Modelo	PowerSafe
Voltios	2
Amperios (Ah)	4505
Tipo de recipiente	Monobloc Transparente
Tipo	Estacionaria
Aplicaciones	Solar/ Eólica/ Suministro Energía
Referencia	TZS-24/ 24-OPzS-3000
Amperios en 10 Horas	3360
Peso (kg)	237,30
Amperios en 100 Horas	4505
Amperios en 120 Horas	4580
Tipo de placa	Tubular
Tecnología	Plomo Abierto Con Mantenimiento
Largo (mm)	576
Ancho (mm)	212
Alto (mm)	813

**Fuente.** (Baterias.com)

## Características y Beneficios

**Tabla No. 6:** Características Acumulador TZS 24

Referencia Energysys	Referencia OPzS	Tensión nominal (V)	Número bornes por polo	Capacidad nominal Ah ( 20°C)			Dimensiones (mm)			Peso en Kg	
				10h 1,80V	100h 1,85V	120h 1,85V	Longitud	Anchura	Altura	Con electrolito	Sin electrolito
TZS – 24	24OPzS3000	2	4	3360	4505	4580	212	576	820	234,5	163

**Fuente:** Autores

- Vida Útil: 18 años
- Alta seguridad de funcionamiento
- Bajo mantenimiento
- DIN 40736 -1 Compatible

El acumulador TZS 24 presenta las siguientes normas:

- Cumple con tanto internacional la norma IEC 60896-11 y de la Norma DIN 40736-1
- Las baterías deben ser instalados de acuerdo con la norma de seguridad EN 50272-2 y de reglamentos nacionales
- Fabricado en EnerSys ® ISO 9001:2000 y la producción certificada ISO 14001:2004

### 2.2.3 IMPORTACIÓN

Para la importación se tuvo como referencia la matriz de evaluación de los fabricantes ver tablas (1, 2, 3, 4 Y 5), la cual dio como resultado que la mejor calificación la obtuvo Pavegen System ubicado en Londres, por tal razón la importación se realizara de esa Ciudad, ver datos de la importación en la Tabla 7.

**Tabla 7:** Datos Importación.

<b>TABLETAS PIEZOELECTRICAS</b>	
Partida arancelaria	
Gravamen	20%
IVA	16%
Fabricante	Pavegen Systems
Lugar de Origen	Londres
Destino	Colombia
Puerto de origen:	Southampton
Puerto de destino:	Cartagena
Unidades a importar	208
Precio Unitario/Dólares	50
Termino Icoterms	FOB
Contenedor	CONSOLIDADO
Puerto Origen	Southampton
Puesto Destino	Cartagena
Peso Bruto Kg	400
Medidas por Und/cm	60 x 45 x 2,5
Resistencia	Tráfico pesado, resistencia al Agua
Material Reciclado	80%

**Fuente:** Autores

Una vez se tuvo la información sobre la importación a realizar, se realizó contacto con la empresa Agunsa Logistics SAS y Maritrans S.A. Ver anexo 1, la cual realizo toda la liquidación de la importación, teniendo en cuenta la tasa representativa del mercado TRM del día Sábado 3 de Septiembre del año 2016, valor de un dólar \$2.957,56.

Las tabletas piezoeléctricas se deben nacionalizar una vez llegue al puerto de Cartagena, en el cual se debe pagar un FOB por el valor de \$591.512, un flete y un seguro para la mercancía, ver tabla 8.

**Tabla 8:** Costeo Nacionalización en Puerto.

Nacionalización en Puerto	UDS	\$ Col
Valor factura	USD 10.400	\$ 30.758.624,00
<b>Total Exw (Londres)</b>	<b>USD 10.400</b>	<b>\$ 30.758.624,00</b>
Gasto transporte	USD 150	\$ 443.634,00
Aduana Exportación	USD 50	\$ 147.878,00
<b>TOTAL FOB (southampton)</b>	<b>USD 200</b>	<b>\$ 591.512,00</b>
Flete Marítimo	USD 100	\$ 295.756,00
Seguro	USD 63	\$ 186.326,00
<b>TOTAL CIF (Cartagena)</b>	<b>USD 10.763</b>	<b>\$ 31.832.218,00</b>

Fuente: Autores

Una vez lleguen las tabletas piezoeléctricas al Puerto de Cartagena se debe pagar un manejo de la mercancía en el puerto el cual cuesta \$1.509.812, como se explica en la tabla 9.

**Tabla 9:** Costeo Manejo de Carga en Puerto.

MANEJO CARGA EN PUERTO	USD	\$/COL
Des consolidación	USD 55,00	\$ 162.665,00
Liberación y Endoso	USD 20,00	\$ 59.151,00
Radicación	USD 55,00	\$ 162.665,00
CAF (CAF ( Dólar Menor a Cop 2.300)	USD 25,00	\$ 73.939,00
Collect Fee (Si aplica)	USD 20,00	\$ 59.151,00
Uso de instalaciones portuarias	USD 15,00	\$ 44.363,00
Emisión BL en destino (Si aplica)	USD 50,00	\$ 147.878,00
Transporte terrestre Cartagena Bogotá	USD 270,49	\$ 800.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>USD 510,49</b>	<b>\$ 1.509.812,00</b>
<b>TOTAL DAP(Bogotá)</b>	<b>USD 11.273,49</b>	<b>\$ 33.342.030,00</b>

Fuente: Autores

Para el cálculo de los impuestos, la base gravable se tiene como referencia el valor del CIF en Cartagena Ver tabla 8, que está por el valor de \$31.832.218. Los impuestos que se deben pagar son Gravamen 20% y un IVA del 16%, Ver tabla 10, donde el IVA se calcula del resultado de sumar la base gravable y el gravamen que en el presente proyecto es sobre \$38.198.661,6.

**Tabla 10:** Costeo Impuestos de la Importación.

<b>IMPUESTOS</b>	<b>USD</b>	<b>\$/COL</b>
Gravamen 20%	USD 2.152,60	\$ 6.366.443,60
Iva 16%	USD 2.066,50	\$ 6.111.785,86
<b>TOTAL</b>	<b>USD 4.219,10</b>	<b>\$ 12.478.229,46</b>

**Fuente:** Autores

De acuerdo a la tabla anterior los costos totales de impuestos son Doce Millones Cuatrocientos Setenta y Ocho mil Doscientos veintinueve Pesos M/CTE (\$12.478.229)

Finalmente se deben cancelar un trámite de agente aduanero Angunsa Logistics que consiste en el reconocimiento de la mercancía y entrega final en la ciudad de Bogotá, este trámite cuesta \$13.188.229 incluidos los impuestos de importación ver tabla 10, como se discrimina en la Tabla 11.

**Tabla 11:** Costeo Tramite Aduana.

<b>GASTOS TRAMITE AGENTE ADUANA (SIA) AGUNSA LOGISTICS</b>	<b>USD</b>	<b>\$/COL</b>
ADUANA IMPORTACION 0,35% / Vr. Cif m/cia o min \$450,000 + Iva	USD 152,15	\$ 450.000,00
Elaboración declaración importación \$50.000 por C/U	USD 16,91	\$ 50.000,00
Gastos Fijos \$100.000	USD 33,81	\$ 100.000,00
Reconocimientos físicos mercancía: \$20.000 por Hora - 3 horas	USD 20,29	\$ 60.000,00
Elaboración declaración de valor (si requiere) \$50.000	USD 16,91	\$ 50.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>USD 4.459,16</b>	<b>\$ 13.188.229,46</b>
<b>TOTAL DDP (Bogotá)</b>	<b>\$ 15.732,65</b>	<b>\$ 46.530.259,46</b>

**Fuente:** Autores

Las 208 baldosas Pavagen puestas en la Ciudad de Bogotá con todos los costos salen por un valor de Cuarenta y Seis millones Quinientos Treinta Mil Doscientos Cincuenta y Nueve Pesos MCTE (\$46.530.259) Ver tabla 11.

## 2.3 DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO ELÉCTRICO SEDE PRINCIPAL UNIVERSIDAD ECCI

### Análisis Consumo Actual

Con el apoyo del departamento de planta física de la Universidad ECCI Bogotá se obtuvo información real del consumo de energía eléctrica en la sede principal con dirección Cra. 19 No. 49 -20 en el periodo de Diciembre del año 2015 y Julio del presente año 2016 ver anexo 2 de acuerdo al siguiente detalle:

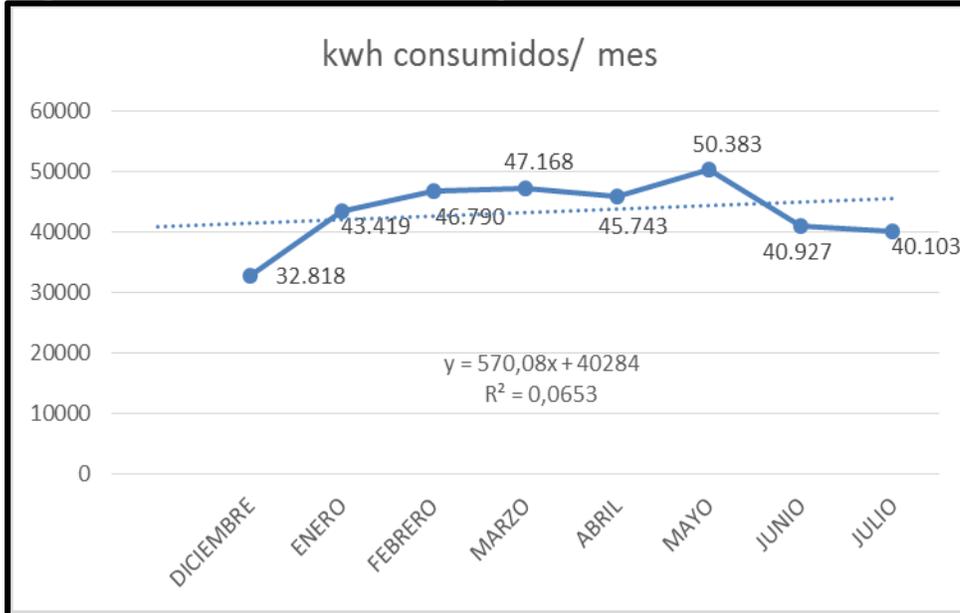
**Tabla 12:** Consumo actual Cuenta Codensa No. 3969473-1.

<b>ANÁLISIS CONSUMO DE ENERGÍA UNIVERSIDAD ECCI</b>				
Mes	Valor pagado	kwh consumidos/ mes	Periodo facturación	
			Fecha Inicio facturación	fecha final facturación
DICIEMBRE	\$ 14.174.510,00	32.818	01/12/2015	04/01/2016
ENERO	\$ 18.753.240,00	43.419	04/01/2016	03/02/2016
FEBRERO	\$ 20.209.080,00	46.790	03/02/2016	02/03/2016
MARZO	\$ 20.372.580,00	47.168	02/03/2016	04/04/2016
ABRIL	\$ 19.757.080,00	45.743	04/04/2016	02/05/2016
MAYO	\$ 21.760.840,00	50.383	02/05/2016	01/06/2016
JUNIO	\$ 17.676.880,00	40.927	01/06/2016	30/06/2016
JULIO	\$ 17.320.930,00	40.103	30/06/2016	01/08/2016
<b>Total Consumo</b>	<b>\$ 150.025.140,00</b>	<b>347.352</b>		
<b>Promedio</b>	<b>\$ 18.753.142,50</b>	<b>43.419</b>		

Fuente: Autores

Una vez consolidado la información del consumo energético de la cuenta No. 3969473-1 se realizó una gráfica en la cual se muestran los picos más altos y bajos de consumo de energía eléctrica en el periodo de Diciembre del año 2015 a Julio del año 2016 ver figura 23.

**Figura 28:** Análisis consumo energético actual Cuenta Codensa No. 3969473-1.



**Fuente:** Autores

Observando y analizando el gráfico, el mes en el que consumió menos energía eléctrica fue en el mes de Diciembre y el mes con el consumo más alto fue el mes de Mayo, obteniendo un mayor consumo en el periodo de inicio de clases y fin de las mismas.

### Análisis flujo de peatones

De acuerdo a las consultas realizadas con el jefe de seguridad de la Universidad ECCI se obtuvo información promedio de ingreso de peatones mensual por los 5 torniquetes que se encuentran en la entrada principal de la Universidad ECCI, se tomó como referencia el periodo del mes de Enero al mes de Abril donde ingresaron en promedio **Doscientas mil personas 200.000** por los cuatro torniquetes que están habilitados para personal o clientes de la Universidad y un quinto torniquete para funcionarios de la universidad por el cual ingresaron **25.000** personas en el periodo del mes de Enero al mes de Abril. Se debe tener en cuenta que el flujo de personal en el mes de Diciembre es bajo ya que en esta época la universidad se encuentra en vacaciones de fin de año, normalizando actividades en la segunda semana del mes de Enero.

En la siguiente tabla se muestra el histórico de ingreso de personas a la sede principal de La Universidad ECCI Bogotá en promedio mensual, teniendo en cuenta que la Universidad trabaja 24 días al mes y 14 horas por día:

**Tabla 13:** Ingreso de personas por torniquete<sup>1</sup>.

<b>No. PERSONAS QUE INGRESAN A SEDE PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD ECCI</b>		
	<b>No. Personas/mes</b>	<b>No. Personas día "24 días-mes"</b>
Torniquete 1	50.000	2.083,33
Torniquete 2	50.000	2.083,33
Torniquete 3	50.000	2.083,33
Torniquete 4	50.000	2.083,33
Torniquete 5	25.000	1.041,67
<b>Total Ingresos</b>	<b>225.000</b>	<b>9.375,00</b>

**Fuente:** Autores

### **Voltaje a producir en un mes**

Para el voltaje a producir en un mes de acuerdo a las personas que ingresan a la sede principal de la Universidad ECCI Bogotá se tiene como referencia la tabla 13.

El voltaje que produce el sistema de tabletas piezoeléctricas Pavegen depende del peso de las personas, entre más peso más voltaje se genera, los saltos de una persona generan aún más, pero por ejemplo un niño no produciría mucho voltaje.

Para el siguiente cálculo se toma como referencia una persona que pesa 70Kg, la cual realizará 13 pisadas efectivas sobre las baldosas Pavegen que producen por cada pisada 8.5 Vatios y se descuenta el 5% que consume la tableta piezoeléctrica por pisada, por lo cual quedaría para su posterior consumo o almacenaje 8,075 voltios. Lo anterior teniendo como base el total de los ingresos reportados en la tabla 13.

---

<sup>1</sup> “ torniquete es un sistema de control de acceso peatonal, el cual permite tener un control de las personas que transitan en el espacio público o privado, el sistema permite el paso libre de personas y restringe el paso de personas no autorizadas en las áreas de la organización” (DOINTECH).

**Tabla 14:** Kwh a generar en un mes.

<b>No. De vatios que genera una pisada, promedio peso por persona 70 kg</b>	<b>8,075</b>
Vatios a Generar/mes	1.816.875
Número de Pisadas x persona	13
<b>Total Vatios a generar/mes</b>	<b>23.619.375</b>
<b>Total Vatios a generar/día</b>	<b>984.141</b>
<b>Total Vatios a generar/hora</b>	<b>70.296</b>
<b>KWh a generar</b>	<b>70,30</b>
<b>KWh a generar en un mes</b>	<b>23.619,38</b>
Valor kwh	\$ 431,91
<b>Valor kwh en un mes</b>	<b>\$ 10.201.465,51</b>

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la tabla anterior se puede observar que con el sistema de tabletas piezoeléctricas que se instalaran en la entrada principal de la Universidad ECCI Bogotá se puede llegar a generar 23.619 Kwh en un mes, por tal motivo se reduce el consumo total reportado en la cuenta codensa No. 3969473-1

## 2.4 COSTOS DE MONTAJE E INSTALACIÓN

Realizar la instalación de este novedoso sistema que genera electricidad a partir de la energía cinética en la Universidad ECCI Bogotá tiene un costo, pero con el ahorro que obtendrá la Universidad vale la pena implementarlo, a continuación se reflejan la inversión.

Se aclara que en el siguiente costeo se incluyen los costos de importación de las tabletas piezoeléctricas de Londres, puestas en la ciudad de Bogotá. Para ver la cotización al detalle ver anexo 5.

**Tabla 15:** Cotización Inversión Total.

<b>PRESUPUESTO INSTALACION SISTEMA PROPUESTO</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR</b>
1	208 BALDOSAS PIEZOELECTRICAS	\$ 52.267.544,00
2	208 BALDOSAS ENCHAPE PISO 45 x 60 CMS TIPO FORTE	\$ 3.318.112,00
3	1 ACUMULADOR DE ENERGIA	\$ 24.545.117,00
4	ACOMETIDA ELECTRICA	\$ 8.220.900,00
5	1 TABLERO DE DISTRIBUCION	\$ 8.907.700,00
<b>VALOR TOTAL PPTTO</b>		<b>\$ 97.259.373,00</b>

### PERSONAL NECESARIO PARA SUPERVISION

ITEM	PERFIL	VALOR MES
1	1 INGENIERO ELECTRICO	\$ 4.375.000,00
2	1 ARQUITECTO	\$ 5.250.000,00
<b>VALOR TOTAL PERSONAL</b>		<b>\$ 9.625.000,00</b>

ITEM	IMPREVISTOS	VALOR
1	Imprevistos y Provisión	\$ 10.000.000,00
<b>VALOR TOTAL IMPREVISTOS</b>		<b>\$ 10.000.000,00</b>

<b>VALOR TOTAL PPTTO + PERSONAL</b>	<b>\$ 116.884.373,00</b>
-------------------------------------	--------------------------

Fuente: Autores

### RETORNO DE LA INVERSION

El retorno de la inversión inicial de la implementación del sistema propuesto se recupera en el mes 11 como se evidencia en la Tabla No. 16

**Tabla 16:** PRI en meses.

Ingresos Mes	PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION MESES							
	0	1	2	3	4	5	6	7
\$ 10.201.466	\$ 116.884.373	\$ 106.682.907	\$ 96.481.442	\$ 86.279.976	\$ 76.078.511	\$ 65.877.045	\$ 55.675.580	\$ 45.474.114
	8	9	10	11	12			
	\$35.272.649	\$ 25.071.183	\$ 14.869.718	\$ 4.668.252	\$ -			

Fuente: Autores

De acuerdo al libro de evaluación financiera de proyectos, escrito por Guillermo Baca en la página 91, se estableció para la presente propuesta de innovación una TIO del 15%.

Para los egresos se tuvo en cuenta la depreciación de las tabletas que son 20 años, la depreciación del acumulador de energía que es de 10 años y un mantenimiento anual por el valor de 2 millones de pesos. En la siguiente tabla No.17 se muestran los egresos anuales que se tienen proyectados para el sistema a implementar.

**Tabla. 17: Egresos**

	<b>Costo Anual</b>	<b>Costos 5 Años</b>
Depreciación Baldosa	\$ 1.537.931	\$ 7.689.654
Depreciación Acumulador energía	\$ 2.180.000	\$ 10.900.000
<b>Total Depreciación</b>	<b>\$ 3.717.930,80</b>	<b>\$ 18.589.654,00</b>
Mantenimiento Anual	\$ 2.000.000,00	\$ 10.000.000
<b>Total Costos Anuales</b>	<b>\$ 5.717.930,80</b>	<b>\$ 28.589.654,00</b>

*Fuente: Autores*

Para verificar la viabilidad del proyecto se realizó la siguiente tabla del flujo neto de la propuesta, la cual se proyecta a 5 años obteniendo una TIR del 101% y un Valor presente Neto VAN de \$303.662.630, lo cual nos indica que la presente propuesta de inversión es viable.

**Tabla 18: Flujo Neto**

<b>FLUJO NETO</b>						
<b>AÑO</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Egresos</b>	<b>FNE</b>	<b>Tasa Actualización =(1+i)^-n</b>	<b>Ingresos actualizados</b>	<b>Egresos actualizados</b>
0		\$ 116.884.373	\$ (116.884.373)	1	\$ -	\$ 116.884.373
1	\$ 126.135.517	\$ 5.717.931	\$ 120.417.586	0,869565217	\$ 109.683.058	\$ 4.972.114
2	\$ 126.135.517	\$ 5.717.931	\$ 120.417.586	0,756143667	\$ 95.376.572	\$ 4.323.577
3	\$ 126.135.517	\$ 5.717.931	\$ 120.417.586	0,657516232	\$ 82.936.150	\$ 3.759.632
4	\$ 126.135.517	\$ 5.717.931	\$ 120.417.586	0,571753246	\$ 72.118.391	\$ 3.269.245
5	\$ 160.104.479	\$ 5.717.931	\$ 154.386.548	0,497176735	\$ 79.600.222	\$ 2.842.822
					<b>\$ 439.714.394</b>	<b>\$ 136.051.764</b>

**Fuente: Autores**

## **Beneficios para la Universidad ECCI, con la implementación de un sistema para el ahorro de energía eléctrica a partir de energías renovables**

### **Análisis de Involucrados**

A continuación se relacionan los involucrados de esta propuesta, con el fin de elaborar estrategias de integración de los mismos con el proyecto. Igualmente, se evalúa el nivel de poder e intensidad de los involucrados con el proyecto; remitirse a las tablas 19 y 20

**Tabla 19:** Tabla de involucrados.

PROYECTO:	PROPUESTA TÉCNICA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA SEDE PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD ECCI, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ	
#	INVOLUCRADO	INTERESES
1	JUNTA DIRECTIVA UNIVERSIDAD ECCI	En acuerdo por el ahorro económico que representa para ellos directamente
2	ESTUDIANTES	En acuerdo por el desarrollo de innovación y tecnológico para la Universidad
3	TALENTO HUMANO UNIVERSIDAD ECCI	En acuerdo representa un valor agregado para la imagen y el nombre de la Universidad
4	COMERCIANTES (CAFETERIAS Y PAPELERIAS)	En acuerdo porque representa una fuente de energía eléctrica adicional para sus actividades de negocio
5	VECINOS	Desacuerdo es indiferente ya que no los beneficia directamente a ellos

**Fuente.** Autores

**Tabla 20:** Clasificación de involucrados.

INVOLUCRADO	POSICIÓN	PODER	INTESIDAD	ESTRATEGÍA
JUNTA DIRECTIVA UNIVERSIDAD ECCI	+	5	5	Presentar la propuesta y enfatizar en el análisis financiero
ESTUDIANTES	+	2	2	Invitarlos a involucrarse con los proyectos y programas de innovación; tomando como referente esta propuesta para que se realicen propuestas de mejora.
TALENTO HUMANO UNIVERSIDAD ECCI	+	2	2	Concientizar al personal dentro de los proyectos de desarrollo de investigación de la Universidad (c i + d).
COMERCIANTES (CAFETERIAS Y PAPELERIAS)	+	1	1	Informar sobre el diseño de planes para que puedan interactuar con los proyectos de la universidad
VECINOS	-	1	1	Invitarlos a conocer sobre los desarrollos y proyectos de la universidad, con el fin que se puedan implementar en la zona
Valores posibles: POSICIÓN: Signo (+) si esta a favor; Signo (-) si esta encontrar Poder / Intensidad: 5: Muy alta; 4: Alta; 3: Media; 2: Baja; 1: Muy baja.				

**Fuente.** Autores

Los beneficios con la implementación del sistema no solo abarca el tema económico sino también ambiental, de acuerdo a la información que suministra el proveedor Pavegen, cerca del 80% de los materiales que componen la fabricación de la baldosa provienen de material reciclado (PAVEGEN, 2016). Lo que quiere decir que es un producto amigable con el ambiente.

El consumo constante de la energía eléctrica convencional genera al ambiente emisiones de CO<sub>2</sub>, la Universidad ECCI puede disminuir las emisiones al ambiente con la implementación de las baldosas Pavegen, este postulado se puede aclarar por medio del conocimiento de los factores de emisión de CO<sub>2</sub> con el consumo de la energía eléctrica convencional en el país de acuerdo con (Carrasco Leal, 2014). El factor de emisiones de CO<sub>2</sub> por kWh es de 0.153 kgCO<sub>2</sub> e/kWh producido, para conocer el valor de las emisiones que la Universidad ECCI evitaría emitir con la implementación, debemos calcular.

$$Ae/CO_2 = 0.153 \text{ kgCO}_2 * e/kWh$$

Donde  $Ae/CO_2$  es el valor de las emisiones que la Universidad ECCI evitaría emitir

Los kW que se producirían con la implementación de las baldosas Pavegen en la sede principal de la universidad EccI relacionados en la Tabla 14: Kwh a generar en un mes es igual a 23.619,38 kWh, al realizar el cálculo correspondiente de las emisiones que evitaría emitir de CO<sub>2</sub> con la implementación es de.

$$Ae/CO_2 = 0.153 \text{ kgCO}_2 * 23.619,38/kWh$$

$$Ae/CO_2 = 3.613,76 \text{ kgCO}_2$$

Con este valor que se evitaría de emisiones de CO<sub>2</sub> la implementación de las baldosas Pavegen, resulta ser una propuesta factible desde el punto de vista ambiental.

## 2.5 INDICADORES

- Para el indicador beneficio/costo se tomó el valor actual de los ingresos sobre el valor actual de los egresos, consignados en la tabla No. 18 Obteniendo como resultado 3.23, lo cual nos indica que la presente propuesta de inversión e innovación es viable para la Universidad ECCI ya que es aceptable cuando el resultado es superior a 1.

$$\text{Indicador Beneficio/Costo} = \frac{\$ 439.714.394}{\$ 136.051.764} = 3.23$$

- **Indicador de generación de energía**

Con este indicador se muestra el porcentaje de energía eléctrica que generan las tabletas con relación a la necesidad de consumo energético de la universidad ECCI en la sede principal:

**Indicador de generación de energía** = Energía generada por las baldosas Pavegen / Promedio de energía consumida por la universidad.

$$\textit{Indicador de generación de energía} = (23.619 \text{ Kwh} / 43.419 \text{ Kwh}) * 100$$

$$\textit{Indicador de generación de energía} = 54,399\%$$

## CONCLUSIONES

De la presente propuesta técnica de implementación de un sistema para el ahorro de energía eléctrica a partir de energías renovables se puede concluir.

1. Con la información recopilada del estado del arte, se evidencia que la propuesta es innovadora porque en Colombia no existe la implementación real de esta tecnología.
2. Se estableció que el consumo de energía eléctrica en la sede principal de la universidad ECCI, es alto y costoso. (Tabla 12) Razón por la cual, la instalación de las tabletas Pavegen se convierte en una alternativa viable pues se evidencia como este consumo de energía convencional disminuye con su instalación.
3. Los indicadores que se manejaron en la presente propuesta demuestran que la implementación del sistema conocido como piso eléctrico en la sede principal de la Universidad ECCI, es viable desde el punto de vista técnico y financiero; los datos arrojados por los mismos muestran como disminuye el consumo de energía convencional al instalar el sistema, lo que disminuyen el costo de utilización energético maximizando los beneficios económicos con su instauración.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Universidad ECCI con sede en Bogotá, implementar la propuesta y más allá de implementarla replicar este tipo de instalaciones en la salida de la sede principal y en todas las sedes de la Universidad, esto debido al alto flujo peatonal en todas las sedes, lo anterior como resultado posible de esta investigación.
2. Este proyecto de investigación abre la posibilidad a desarrollar y buscar más espacios de aplicación en las tecnologías de piezoelectricidad, aplicaciones como discotecas donde no se utilice energía convencional o aprovechar estos dispositivos para las maquinas que se utilizan en los gimnasios, las trotadoras sirven de ejemplo ya que los usuarios la utilizan durante un tiempo constante. Una aplicación que sería importante para la ciudad de Bogotá es instalar estas baldosas en las estaciones del sistema de transporte Transmilenio.

## REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)

agenciadenoticias.unal.edu.co. (30 de noviembre de 2015). *Caminando se recarga el celular*.

Recuperado el 28 de 07 de 2016, de [agenciadenoticias.unal.edu.co](http://agenciadenoticias.unal.edu.co):

<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/caminando-se-recarga-el-celular.html>

Alexander, C. K., & Sadiku, M. N. *Fundamentos Circuitos Eléctricos* (Vol. Tercera Edición). (A. V. Bermúdez, Trad.) Prolongación Paseo de la Reforma 1015, Torre A, México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Andrés, M. A. (2013). Análisis de la operación y desempeño de un sistema de generación de energía con la utilización de baldosas piezoeléctricas. LOJA, ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.

Baterias.com. (s.f.). *Baterias.com*. Recuperado el 20 de 09 de 2016, de

<https://bateriastotal.com/bat/es/enersys-hawker-opzs/1086-bateria-solar-opzs-2v-4505ah-tzs-24-ciclica-estacionaria-hawker-.html>

Blog, T. M. (30 de 06 de 2016). *The MOO Blog*. Obtenido de

<https://www.moo.com/blog/2016/06/30/maker-of-the-month-pavegen/>

Caballero Quiñones, A. M. (2006). *Solución para el desarrollo sustentable*. Argentina: Refinor S.A.

Carrasco Leal, J. F. (09 de 2014). *FACTORES DE EMISIÓN CONSIDERADOS EN LA HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA*. Recuperado el 28 de 09 de 2016, de [http://mvccolombia.co/images/pdfs/Factores\\_de\\_Emisi%C3%B3n\\_Huella\\_de\\_Carbono\\_Corporativa\\_V3.pdf](http://mvccolombia.co/images/pdfs/Factores_de_Emisi%C3%B3n_Huella_de_Carbono_Corporativa_V3.pdf)

Casado, L. M. (s.f.). *Estudio de la respuesta piezoeléctrica en PVDF*. Obtenido de [http://e-](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/17315/PFC_Luis_Miguel_Cordoba_Casado.pdf?sequence=1)

[archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/17315/PFC\\_Luis\\_Miguel\\_Cordoba\\_Casado.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/17315/PFC_Luis_Miguel_Cordoba_Casado.pdf?sequence=1)

Colombia, E. C. (11 de 07 de 1994). LEY 143 DE 1994. *por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, trasmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética*. Santafé de Bogotá, D.C., CUNDINAMARCA, COLOMBIA.

CONSTRUDATA. (1981). *CONSTRUDATA*. Obtenido de

[https://www.facebook.com/Construdata/posts/10151690850216597?stream\\_ref=5](https://www.facebook.com/Construdata/posts/10151690850216597?stream_ref=5)

CONSTRUIBLE.ES. (11 de 03 de 2015). *Energy Floors genera electricidad a partir de la energía de la pisada*. Obtenido de Energy Floors genera electricidad a partir de la energía de la pisada:

<https://www.construible.es/articulos/energy-floors-genera-electricidad-a-partir-de-la-energia-de-la-pisada>

DOINTECH. (s.f.). *DOINTECH Automatización, seguridad y control*. Recuperado el 10 de 09 de 2016, de <http://www.dointech.com.co/control-acceso-peatonal.html>

García, H., Corredor, A., Calderón, L., & Gómez, M. (10 de 2013). *Fedesarrollo.org.com*. Recuperado el 01 de 03 de 2016, de [http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/WWF\\_Analisis-costo-beneficio-energias-renovables-no-convencionales-en-Colombia.pdf](http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/WWF_Analisis-costo-beneficio-energias-renovables-no-convencionales-en-Colombia.pdf)

Generando, P. y. (s.f.). *scribd.es*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/301761111/F-L-DT-Pisando-y-Generando>

Infoautónomos. (s.f.). *Infoautónomos el economista.es*. Recuperado el 25 de 08 de 2016, de <http://infoautonomos.eleconomista.es/>

Journal, E. H. (04 de 08 de 2009). *ENERGY Harvesting Journal*. Obtenido de <http://www.energyharvestingjournal.com/articles/1589/energy-harvesting-roads-in-israel>

Juanita, S. (26 de 05 de 2015). *ENERGY FLOORS*. Obtenido de <https://prezi.com/w9m7v36pwygg/energy-floors/>

Karin, K. (26 de 12 de 2088). *TreeHugger FINDING A GREENER FUTURE*. Obtenido de <http://www.treehugger.com/cars/see-innowattech-collect-energy-from-the-road-in-action.html>

Ley 697 de 2001. (05 de 10 de 2011). “*Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones*”. BOGOTÁ, CUNDINAMARCA, COLOMBIA.

Luis\_Eduardo, D. G., & Dario, S. C. (2014). Diseño e implementación de un módulo híbrido fotovoltaico - piezoeléctrico para provisión de energía a un sistema portable de acceso a internet. LOJA, ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE LOJA .

Marcela, E. R., & Evelyn, H. H. (2011). Valoración de la capacidad de generación de energía eléctrica por medio de un dispositivo con efecto piezoeléctrico en las entradas vehiculares de la sede central de la UIS. Bucaramanga, Colombia.

Melero, F. G. (28 de 03 de 2010). *Principios de piezoelectricidad*. Obtenido de [http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_28/Francisco\\_Gutierrez\\_1.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_28/Francisco_Gutierrez_1.pdf)

Murillo, F. J. (2008). HACIA UN MODELO DE EFICACIA ESCOLAR. ESTUDIO MULTINIVEL SOBRE LOS FACTORES DE EFICACIA EN LAS ESCUELAS ESPAÑOLAS. *REICE - Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación* , 6 (1), 4-28.

NACIONAL, R. D.-G. (13 de 05 de 2014). LEY 1715. *POR MEDIO LA CUAL SE REGULA LA INTEGRACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES AL SISTEMA ENERGÉTICO NACIONAL* . BOGOTÁ D.C., CUNDINAMARCA, COLOMBIA.

National Geographic Society. (s.f.). © 1996-2013 *National Geographic Society*. All rights reserved.

Obtenido de Unas baldosas generan energía con nuestras pisadas:

<http://www.nationalgeographic.es/noticias/medio-ambiente/energia/baldosas-energia-pisadas>

PAVEGEN. (2016). *PAVEGEN*. Obtenido de <http://www.pavegen.com/permanent/>

POWERLEAP. (s.f.). *POWERLEAP*. Obtenido de <http://www.mascontext.com/tag/powerleap/>

Railway company. (11 de 01 de 2008). *jreast.co.jp*. Recuperado el 20 de 09 de 2016, de

<http://www.jreast.co.jp/e/development/press/20080111.pdf>

Rangel, C. N. (s.f.). *docplayer.es*. Obtenido de <http://docplayer.es/14230437-Energia-electrica-producida-por-dispositivos-piezoelectricos.html>

Teknosolar. (s.f.). *Teknosolar.com*. Recuperado el 16 de 09 de 2016, de

<http://www.teknosolar.com/acumulador-hawker-tzs-12-12opzs-1500-2340ah.html>

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Entrada estaciones de Tokio.

**Figura 2.** Baldosa de iluminación personalizada.

**Figura 3.** Tipos de corriente a) Corriente directa b) corriente alterna.

**Figura 4.** Primera ley de Kirchhoff.

**Figura 5.** Segunda ley de Kirchhoff.

**Figura 6:** Efecto piezoeléctrico directo.

**Figura 7:** Efecto piezoeléctrico Inverso.

**Figura 8:** Fases de la transformación de energía mecánica a eléctrica.

**Figura 9:** Primera Baldosa Pavegen.

**Figura 10:** Baldosas Pavegen.

**Figura 11:** Vías con Sistemas Piezoeléctricos Innowattech.

**Figura 12:** Energy Floors Holanda.

**Figura 13:** Sistema Tabletas Piezoeléctricas.

**Figura 14:** Sistema de Suelo Peatonal.

**Figura 15:** Materiales de las Baldosas Piezoeléctricas.

**Figura 16:** Nueva Tecnología Vehicular.

**Figura 17:** Logo empresa PowerLeap.

**Figura 18:** Resultados de la comparación.

**Figura 19:** Construdata.

**Figura 20:** Baldosas PAVEGEN.

**Figura 21:** Baldosas PAVEGEN.

**Figura 22:** Baldosas PAVEGEN.

**Figura 23:** Baldosas PAVEGEN.

**Figura 24:** Entrada sede principal Universidad ECCI.

**Figura 25:** Diseño propuesto para la instalación

**Figura 26.** Acumulador OPzS 2V. 4505Ah. TZS-24 Cíclica Estacionaria Hawker

**Figura 27.** Ficha técnica acumulador

**Figura 28:** Análisis consumo energético actual Cuenta Codensa No. 3969473-1.

## LISTA DE TABLAS

**Tabla 1:** Criterios de evaluación.

**Tabla 2:** Valoración aspectos técnicos.

**Tabla 3:** Valoración aspectos comerciales y económicos.

**Tabla 4:** Valoración aspectos empresariales.

**Tabla 5:** Resultados de la comparación.

**Tabla 6:** Características Acumulador TZS 24

**Tabla 7:** Datos Importación.

**Tabla 8:** Costeo Nacionalización en Puerto.

**Tabla 9:** Costeo Manejo de Carga en Puerto.

**Tabla 10:** Costeo Impuestos de la Importación.

**Tabla 11:** Costeo Tramite Aduana.

**Tabla 12:** Consumo actual Cuenta Codensa No. 3969473-1.

**Tabla 13:** Ingreso de personas por torniquete.

**Tabla 14:** Kwh a general en un mes.

**Tabla 15:** Cotización Inversión Total.

**Tabla 16:** PRI en meses.

**Tabla. 17:** Egresos Anuales

**Tabla 18:** Ejercicio Análisis Viabilidad proyecto

**Tabla 19:** Tabla de involucrados.

**Tabla 20:** Clasificación de involucrados.

## LISTA DE ANEXOS

**Anexo 1:** Agunsa Logistics SAS y Maritrans S.A.

**Anexo 2:** Recibos servicios de energía Cuenta Codensa No. 3969473-1.

**Anexo 3:** Tabla capacidades por tipo de acumulador

**Anexo 4:** Ventajas principales Acumulador OPzS 2V. 4505Ah. TZS-24 Cíclica Estacionaria Hawker

**Anexo 5:** Cotización propuesta de inversión detallada.

## ANEXO 1

### 3. RECARGOS EN DESTINO: Consultar con el comercial que maneja la cuenta

Servicio	Valor
Des consolidación	USD 15 Ton/m3, mínimo USD 55, máximo USD 150
Liberación y endoso	USD 20 por BL
Radicación	USD 55 por BL
CAF ( Dólar Menor a Cop 2.300)	2% sobre el valor total de la factura, mínimo USD 25
Collect Fee (Si aplica)	2% sobre el valor del flete más cargos en origen, mínimo USD 20
Uso de instalaciones portuarias	USD 3,750 Ton/m3, mínimo USD 15
Emisión BL en destino (Si aplica)	USD 50 por BL

JANNETH PARRA BETANCURT  
AGUNSA LOGISTICS SAS



Teléfono: (57 1) 898 5007 Ext913

Celular: (57 ) 318 4634405

Dirección: Km. 1,5 vía Siberia –Cota, Potrero Chico, Parque Empresarial Aroos de Cota, bodega 2.

[jparra@agunsa.com.co](mailto:jparra@agunsa.com.co)

[www.agunsa.com](http://www.agunsa.com)

Bogotá D.C. Colombia

Cordial saludo / Best Regards,

---

**Miguel Angel Moreno**

Commercial Department • Maritrans S.A. As General Agents

(571) 3146223 - 3146149 Ext. 481 • Skype ID: miguelangel.moreno.maritrans

Cra 7 N° 67-02 Of. 1201



PIL COLOMBIA

**ANEXO 2**

Pa-01

**denso**

**RESUMEN**

**FORMADO NATURAL EN LINEA**  
**DE FENÓLOGO - 10**  
**ESTUDIO**  
**INDICIA S.S. - ALFONSO LÓPEZ**

**IDENTIFICACION**

**INDICACION TECNICA**




**RESUMEN IDENTIFICATIVO**

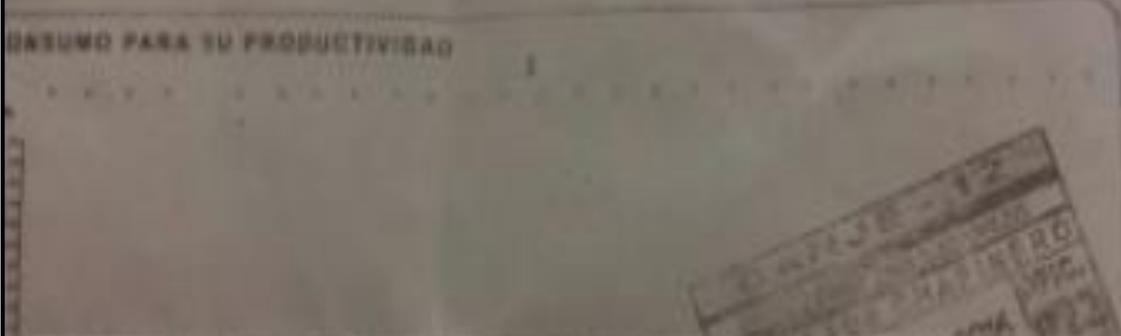
**3969473-1**

**14 ENE 2016**

**\$18,174,570**

**29 ENE 2016**

**RESUMEN PARA SU PRODUCTIVIDAD**



**INFORMACION DE INTERES**

El presente es un resumen de los datos de los cultivos de los productores de la zona de estudio...

**INDICACIONES DE CALIDAD**

El presente es un resumen de los datos de los cultivos de los productores de la zona de estudio...

**PAPEL - 12**

**PAPEL - 12**

**15 ENE 2016**

codensa

Factura Express N° 423142977-4  
Cliente N° 3969473-1

## EVOLUCIÓN DEL CONSUMO



PERIODO FACTURADO: 03 FEB/2016 - 02 MAR/2016

TIPO DE LECTURA:

CONSUMO PROMEDIO ÚLTIMOS 6 MESES: 0

ANOMALÍA:

PRÓXIMA LECTURA: 05 ABR/2016

## DETALLE DE CUENTA

SUBSIDIOS TRASPASADOS HIJOS A PADRES	-517,000
CONSUMOS TRASPASADOS DE HIJOS A PADRES	\$20,546,229
CONSUMO ACTIVA SENCILLA	\$0
AJUSTE A LA DECENA (DEBITO)	\$2
CARGO DEBITO CLIENTE PADRE	-\$323,545

### CONÉCTATE CON NOSOTROS DESDE CUALQUIER LUGAR

Permite en todo  
una comunicación eficiente  
con nuestros planes y los dispositivos,  
nuestros canales virtuales.



<b>Total a pagar</b>	<b>\$20,209,080</b>
<b>Pago oportuno</b>	<b>11 MAR/2016</b>
<b>Aviso de suspensión</b>	<b>17 MAR/2016</b>



(415)7707209914253(8020)01396947314231429774(3600)00000020209080

codensa

Factura Express N° 426030003-9  
Cliente N° 3969473-1

## EVOLUCIÓN DEL CONSUMO



PERIODO FACTURADO: 02 MAR/2016- 04 ABR/2016

TIPO DE LECTURA:

CONSUMO PROMEDIO ÚLTIMOS 6 MESES: 0

ANOMALÍA:

PRÓXIMA LECTURA: 03 MAY/2016

## DETALLE DE CUENTA

CONSUMO ACTIVA SENCILLA	\$0
INTERES POR MORAJES-6%- NORES: 32.01% EA)	\$90,604
AJUSTE A LA DECENA (CREDITO)	-\$1
CARGO DEBITO CLIENTE PADRE	\$100,804
SUBSIDIOS TRASPASADOS HIJOS A PADRES	-\$17,424
CONSUMOS TRASPASADOS DE HIJOS A PADRES	\$20,196,537

### CONÉCTATE CON NOSOTROS DESDE CUALQUIER LUGAR

Permite en todo  
momento una comunicación eficiente  
operativa con la disposición  
de todos nuestros canales virtuales.



<b>Total a pagar</b>	<b>\$20,372,580</b>
<b>Pago oportuno</b>	<b>13 ABR/2016</b>
<b>Aviso de suspensión</b>	<b>19 ABR/2016</b>



(415)77072000(4253)(0000)01396947314260300039(3600)00000020372580



Factura Express N° 428924673-5  
 Cliente N° 3969473-1

## EVOLUCIÓN DEL CONSUMO



PERIODO FACTURADO: 04 ABR/2016 - 02 MAY/2016

TIPO DE LECTURA:

CONSUMO PROMEDIO ÚLTIMOS 6 MESES: 0

ANOMALÍA:

PRÓXIMA LECTURA: 02 JUN/2016

## DETALLE DE CUENTA

CONSUMO ACTIVA SENCILLA	\$0
CONSUMOS TRASPASADOS DE HIJOS A PADRES	\$21,676,482
SUBSIDIOS TRASPASADOS HIJOS A PADRES	-\$18,194
CARGO DEBITO CLIENTE PADRE	-\$1,900,188

### CONÉCTATE CON NOSOTROS DESDE CUALQUIER LUGAR

Pensando en tener  
una comunicación eficiente  
queremos poner a tu disposición  
nuestros canales virtuales:



**Total a pagar**

**\$19,767,080**

**Pago oportuno**

**13 MAY/2016**

**Aviso de suspensión**

**19 MAY/2016**



(415)7707209914253(800)001396947314289246735(3969)00000019757080

codensa

Factura Express N° 431823913-2  
Cliente N° 3969473-1

## EVOLUCIÓN DEL CONSUMO



PERIODO FACTURADO: 02 MAY/2016 - 01 JUN/2016

TIPO DE LECTURA:

CONSUMO PROMEDIO ÚLTIMOS 6 MESES: 0

ANOMALÍA:

PRÓXIMA LECTURA: 01 JUL/2016

## DETALLE DE CUENTA

AJUSTE A LA DECENA (DEBITO)	\$2
CONSUMOS TRASPASADOS DE HIJOS A PADRES	\$21,614,133
CONSUMO ACTIVA SENCILLA	\$0
SUBSIDIOS TRASPASADOS HIJOS A PADRES	-\$17,448
CARGO DEBITO CLIENTE PADRE	\$104,153

### CONÉCTATE CON NOSOTROS DESDE CUALQUIER LUGAR

Pensando en tener  
una comunicación eficiente  
queremos poner a tu disposición  
nuestros canales virtuales:



<b>Total a pagar</b>	<b>\$21,760,840</b>
<b>Pago oportuno</b>	<b>14 JUN/2016</b>
<b>Aviso de suspensión</b>	<b>20 JUN/2016</b>



(415)7707209914253(8020)01396947314318239132(3600)00000021760840



Factura Express N° 434779692-0  
 Cliente N° 3969473-1

## EVOLUCIÓN DEL CONSUMO



PERIODO FACTURADO: 01 JUN/2016 - 30 JUN/2016

TIPO DE LECTURA:

CONSUMO PROMEDIO ÚLTIMOS 6 MESES: 0

ANOMALÍA:

PRÓXIMA LECTURA: 02 AGO/2016

## DETALLE DE CUENTA

CONSUMOS TRASPASADOS DE HIJOS A PADRES	\$17,694,882
CARGO DEBITO CLIENTE PADRE	-8234
SUBSIDIOS TRASPASADOS HIJOS A PADRES	-817,944
CONSUMO ACTIVA SENCILLA	90
AJUSTE A LA DECENA (CREDITO)	-54

### CONÉCTATE CON NOSOTROS DESDE CUALQUIER LUGAR

Pensando en tener  
una comunicación eficiente  
queremos poner a tu disposición  
nuestros canales virtuales:



<b>Total a pagar</b>	<b>\$17,676,880</b>
<b>Pago oportuno</b>	<b>15 JUL/2016</b>
<b>Aviso de suspensión</b>	<b>22 JUL/2016</b>



(415)7707300014253(800)01396247314347796920(3000)00000017676880



Factura Express N° 437722395-3  
 Cliente N° 3969473-1

## EVOLUCIÓN DEL CONSUMO



PERIODO FACTURADO: 30 JUN/2016 - 01 AGO/2016

TIPO DE LECTURA:

CONSUMO PROMEDIO ÚLTIMOS 6 MESES: 0

ANOMALÍA:

PRÓXIMA LECTURA: 01 SEP/2016

## DETALLE DE CUENTA

CONSUMOS TRASPASADOS DE HIJOS A PADRES	\$14,814,154
CONSUMO ACTIVA SENCILLA	\$0
CARGO DEBITO CLIENTE PADRE	\$2,723,536
SUBSIDIOS TRASPASADOS HIJOS A PADRES	-\$16,764
AJUSTE A LA DECENA (DEBITO)	\$4

### CONÉCTATE CON NOSOTROS DESDE CUALQUIER LUGAR

Pensando en tener  
una comunicación eficiente  
queremos poner a tu disposición  
nuestros canales virtuales:



**Total a pagar**

\$17,320,930

**Pago oportuno**

16 AGO/2016

**Aviso de suspensión**

22 AGO/2016



(415)7707209914253(8000)01396947314377223953(3000)000000017320930

### ANEXO 3



## Tabla de capacidades EnerSys - PowerSafe OPzS



Referencia EnerSys	Referencia OPzS	Tensión nominal (V)	Número bornes por polo	Capacidad nominal Ah ( 20°C)			Dimensiones (mm)			Peso en Kg	
				10h 1,80V	100h 1,85V	120h 1,85V	Longitud	Anchura	Altura	Con electrolito	Sin electrolito
TLS - 3	30PzS150	2	1	180	240	244	103	206	403	16,40	11,20
TLS - 4	40PzS200	2	1	216	295	300	103	206	403	17,20	12,40
TLS - 5	50PzS250	2	1	270	361	367	124	206	403	20,80	14,80
TLS - 6	60PzS300	2	1	324	433	440	145	206	403	24,30	17,10
TVS - 4	40PzS280	2	1	350	452	460	124	206	520	27,00	18,40
TVS - 5	50PzS350	2	1	390	519	530	124	206	520	26,90	19,90
TVS - 6	60PzS420	2	1	468	627	640	145	206	520	31,50	22,10
TVS - 7	70PzS490	2	1	546	731	745	166	206	520	36,10	25,20
TYS - 5	50PzS500	2	1	590	790	802	145	206	695	43,90	29,90
TYS - 6	60PzS600	2	1	660	900	912	145	206	695	44,80	31,90
TYS - 7	70PzS700	2	2	817	1101	1120	210	191	695	57,60	40,40
TYS - 8	80PzS800	2	2	880	1200	1220	210	191	695	61,30	44,40
TYS - 9	90PzS900	2	2	1040	1394	1415	210	233	695	70,90	49,60
TYS - 10	100PzS1000	2	2	1100	1500	1523	210	233	695	74,60	53,50
TYS - 11	110PzS1100	2	2	1260	1685	1714	210	275	695	84,40	58,90
TYS - 12	120PzS1200	2	2	1320	1797	1825	210	275	695	88,00	62,80
TZS - 11	110PzS1375	2	2	1590	2090	2130	210	275	845	109,00	74,50
TZS - 12	120PzS1500	2	2	1680	2300	2335	210	275	845	114,30	80,20
TZS - 13	130PzS1625	2	3	1910	2600	2640	214	399	820	140,00	91,20
TZS - 14	140PzS1750	2	3	2040	2729	2775	214	399	820	144,00	95,80
TZS - 15	150PzS1875	2	3	2150	2880	2925	214	399	820	149,00	101,00
TZS - 16	160PzS2000	2	3	2240	3000	3050	214	399	820	151,50	105,00
TZS - 17	170PzS2125	2	4	2470	3258	3310	212	487	820	180,00	119,00
TZS - 18	180PzS2250	2	4	2600	3427	3480	212	487	820	184,00	125,00
TZS - 20	200PzS2500	2	4	2800	3753	3810	212	487	820	193,00	134,00
TZS - 22	220PzS2750	2	4	3150	4140	4210	212	576	820	225,00	153,00
TZS - 24	240PzS3000	2	4	3360	4505	4580	212	576	820	234,50	163,00

## ANEXO 4

**PowerSafe®**  
*Sustainable solutions*

### PowerSafe® TS



La gama PowerSafe® TS ofrece una solución de alto rendimiento y larga vida útil para aplicaciones de energía renovable.

Las celdas PowerSafe® TS se basan en una tecnología convencional, ventilada y diseñada para aplicaciones de energía renovable que requieren la máxima duración con el mayor nivel de fiabilidad, y son especialmente adecuadas para uso en instalaciones de energía solar, garantizando un suministro eléctrico continuo durante las horas de oscuridad o periodos con menos luz solar.

El mantenimiento puede reducirse utilizando electrolitos adicionales, lo que significa que las celdas sólo se rellenan una vez al año. Esto ayuda a mantener bajos los costes de mantenimiento y las convierte en una solución ideal para muchos lugares remotos o automatizados.

Las placas positivas tubulares se usan ampliamente en baterías para aplicaciones especialmente exigentes. En la gama TS, las placas se han optimizado para ofrecer una duración más amplia y una mayor capacidad.

#### Ventajas principales

- Capacidades de 300 a 4580Ah en régimen de 120 horas (C 120)
- Productos disponibles en versiones con carga llena o seca
- 5200 ciclos de funcionamiento hasta que la batería se descargue un 25%
- Rellenado requerido una vez al año
- Mínimo mantenimiento requerido
- Excelente seguridad de funcionamiento: conectores y terminales totalmente aislados, tapón de bloqueo de llama a prueba de ácido para cada celda, protección de polaridades durante el transporte

## ANEXO 5

NELSON FABIAN ROJAS						
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO						
PROYECTO						
Item	Descripción				Unidad	Cantidad
	SUMINISTRO E INSTLACION TABLETA CONDUCTORA DE ELECTRICIDAD				M2	56
<b>1. Equipo</b>						
	Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Vr. Unitario
	HERRAMIENTA MENOR			3.500,00	0,0360	\$ 126,00
						\$ -
						\$ -
	SUBTOTAL					\$ 126,00
<b>2. Materiales</b>						
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr Unitario	
	BALDOSA PIEZOELECTRICA	M2	1,0	549.261,14	\$ 549.261,00	
	VALOR POR IMPORTACION	M2	1,0	281.636,35	\$ 281.636,00	
					\$ -	
					\$ -	
	SUBTOTAL					\$ 830.897,00
<b>3. Transportes</b>						
	Material	Vol. o Peso	Distancia	m2 o Ton/Km	Tarifa	Vr. Unitario
	SUBTOTAL					
<b>4. Mano de Obra</b>						
	Trabajador	Jornal	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
	TECNICO ELECTRICISTA	\$ 53.250,00	1,75	\$ 93.187,50	0,0150	\$ 1.398,00
	AYUDANTE	\$ 35.286,00	1,75	\$ 61.750,50	0,0150	\$ 926,00
						\$ -
	SUBTOTAL					\$ 2.324,00
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 833.347,00</b>
<b>U CONTRACTUA</b>	<b>12,00%</b>	<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>				<b>\$ 100.002,00</b>
<b>VALOR TOTAL ACTIVIDAD</b>					<b>\$ 933.349,00</b>	
<b>VALOR RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCION DE LA ACTIVIDAD</b>						<b>\$ 52.267.544,00</b>

NELSON FABIAN ROJAS						
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO						
PROYECTO						
Item	Descripción				Unidad	Cantidad
	SUMINISTRO E INSTLACION TABLETA 0,45X0,60				M2	56
<b>1. Equipo</b>						
Descripción		Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Vr. Unitario
HERRAMIENTA MENOR				3.500,00	0,0360	\$ 126,00
						\$ -
						\$ -
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 126,00</b>
<b>2. Materiales</b>						
Descripción			Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario
ENCHAPE PISO 45 x 60 CMS TIPO FORTE			M2	1,00	26.500,00	\$ 26.500,00
BOQUILLA COLOR			KG	3,20	3.250,00	\$ 10.400,00
PEGA ENCHAPE			KG	3,80	575,00	\$ 2.185,00
ESTOPA			KG	0,98	4.973,00	\$ 4.874,00
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 43.959,00</b>
<b>3. Transportes</b>						
Material		Vol. o Peso	Distancia	m2 o Ton/Km	Tarifa	Vr. Unitario
					<b>SUBTOTAL</b>	
<b>4. Mano de Obra</b>						
Trabajador		Jornal	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
OFICIAL DE OBRA		\$ 43.340,00	1,75	\$ 75.845,00	0,0700	\$ 5.309,00
AYUDANTE		\$ 28.650,00	1,75	\$ 50.137,50	0,0700	\$ 3.510,00
						\$ -
					<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 8.819,00</b>
					<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>\$ 52.904,00</b>
<b>AIU CONTRACTUAL</b>	<b>12,00%</b>				<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>	<b>\$ 6.348,00</b>
					<b>VALOR TOTAL ACTIVIDAD</b>	<b>\$ 59.252,00</b>
					<b>VALOR RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>\$ 3.318.112,00</b>

NELSON FABIAN ROJAS						
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO						
PROYECTO						
Item	Descripción				Unidad	Cantidad
	ACOMULADOR DE ENERGIA				UND	1
<b>1. Equipo</b>						
Descripción		Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Vr. Unitario
HERRAMIENTA MENOR				3.500,00	1,0650	\$ 3.728,00
						\$ -
						\$ -
SUBTOTAL						\$ 3.728,00
<b>2. Materiales</b>						
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
ACOMULADOR DE ENERGIA		Unidad	1,0	21.800.000,00	\$ 21.800.000,00	
					\$ -	
					\$ -	
					\$ -	
					\$ -	
					\$ -	
SUBTOTAL						\$ 21.800.000,00
<b>3. Transportes</b>						
Material		Vol. o Peso	Distancia	m2 o Ton/Km	Tarifa	Vr. Unitario
SUBTOTAL						
<b>4. Mano de Obra</b>						
Trabajador		Jornal	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
TECNICO ELECTRICISTA		\$ 53.250,00	1,75	\$ 93.187,50	0,7200	\$ 67.095,00
AYUDANTE		\$ 35.286,00	1,75	\$ 61.750,50	0,7200	\$ 44.460,00
						\$ -
SUBTOTAL						\$ 111.555,00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>						<b>\$ 21.915.283,00</b>
<b>AIU CONTRACTUAL</b>	<b>12,00%</b>				<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>	<b>\$ 2.629.834,00</b>
					<b>VALOR TOTAL ACTIVIDAD</b>	<b>\$ 24.545.117,00</b>
<b>VALOR RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>						<b>\$ 24.545.117,00</b>

NELSON FABIAN ROJAS					
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO					
PROYECTO					
Item	Descripción			Unidad	Cantidad
	ACOMETIDA ELECTRICA			ML	300
<b>1. Equipo</b>					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Vr. Unitario
HERRAMIENTA MENOR			3.500,00	1,2600	\$ 4.410,00
					\$ -
					\$ -
SUBTOTAL					\$ 4.410,00
<b>2. Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr Unitario	
CABLE DE COBRE AISLADO AWG THHN No. 8	ML	1,0	2.625,00	\$ 2.625,00	
CABLE DE COBRE DESNUDO AWG No. 10	ML	1,0	1.716,00	\$ 1.716,00	
CINTA AISLANTE	Unidad	0,3	2.212,00	\$ 664,00	
SOLDADURA PVC 1/4 GAL	Unidad	0,3	33.650,00	\$ 8.413,00	
TUBERIA CONDUIT DE 1"	ML	1,0	3.540,00	\$ 3.540,00	
				\$ -	
				\$ -	
SUBTOTAL					\$ 16.958,00
<b>3. Transportes</b>					
Material	Vol. o Peso	Distancia	m2 o Ton/Km	Tarifa	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
<b>4. Mano de Obra</b>					
Trabajador	Jornal	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
TECNICO ELECTRICISTA	\$ 53.250,00	1,75	\$ 93.187,50	0,0200	\$ 1.864,00
AYUDANTE	\$ 35.286,00	1,75	\$ 61.750,50	0,0200	\$ 1.235,00
					\$ -
SUBTOTAL					\$ 3.099,00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 24.467,00</b>
<b>AIU CONTRACTUAL</b>	<b>12,00%</b>	<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>			<b>\$ 2.936,00</b>
<b>VALOR TOTAL ACTIVIDAD</b>					<b>\$ 27.403,00</b>
<b>VALOR RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>					<b>\$ 8.220.900,00</b>

NELSON FABIAN ROJAS  
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO  
PROYECTO

Item	Descripción		Unidad	Cantidad	
	TG - SC TABLERO DE DISTRIBUCION INCL BARRAJE, TABLERO Y BREAKER		UND	1	
<b>1. Equipo</b>					
Descripción	Marca	Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Vr. Unitario
TALADRO		INDUSTRIAL	35.960,00	3,6400	\$ 130.894,00
HERRAMIENTA MENOR			3.500,00	7,2300	\$ 25.305,00
					\$ -
SUBTOTAL					\$ 156.199,00
<b>2. Materiales</b>					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit.	Vr. Unitario	
BARRAJE PREMOLDEADO BT 175A 6 PUERTOS	Unidad	5,0	443.800,00	\$ 2.219.000,00	
BREAKER INDUSTRIA 3 x 75A	Unidad	5,0	415.330,00	\$ 2.076.650,00	
BREAKER TRIPOLAR 100 AMP	Unidad	5,0	84.650,00	\$ 423.250,00	
TABLERO METALICO	Unidad	1,0	2.300.000,00	\$ 2.300.000,00	
CABLE ALUMINIO 1/0	ML	10,0	4.923,00	\$ 49.230,00	
CABLE COBRE AISLADO 2/0	ML	10,0	16.500,00	\$ 165.000,00	
				\$ -	
SUBTOTAL					\$ 7.233.130,00
<b>3. Transportes</b>					
Material	Vol. o Peso	Distancia	m2 o Ton/Km	Tarifa	Vr. Unitario
SUBTOTAL					
<b>4. Mano de Obra</b>					
Trabajador	Jornal	Prestac.	Jornal Total	Rendimiento	Vr. Unitario
TECNICO ELECTRICISTA	\$ 53.250,00	1,75	\$ 93.187,50	3,6400	\$ 339.203,00
AYUDANTE	\$ 35.286,00	1,75	\$ 61.750,50	3,6400	\$ 224.772,00
					\$ -
SUBTOTAL					\$ 563.975,00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					\$ 7.953.304,00
<b>AIU CONTRACTUAL</b>	<b>12,00%</b>	<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>			\$ 954.396,00
<b>VALOR TOTAL ACTIVIDAD</b>					\$ 8.907.700,00
<b>VALOR RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>					\$ 8.907.700,00