

PROPUESTA PARA MEJORAR LA ILUMINACIÓN A LA ENTRADA DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA LEÓN XIII DEL MUNICIPIO DEL PEÑOL, POR
MEDIO DE LÁMPARAS DE LEDS ALIMENTADAS CON CELDAS
FOTOVOLTAICAS

SEBASTIAN HINCAPIE HURTADO

JOAQUIN ANTONIO ALZATE GALLEGO

LUIS FELIPE MUÑOZ SALAZAR

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

TECNOLOGIA ELÉCTRICA

GUATAPE

2012

PROPUESTA PARA MEJORAR LA ILUMINACIÓN A LA ENTRADA DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA LEÓN XIII DEL MUNICIPIO DEL PEÑOL, POR
MEDIO DE LÁMPARAS DE LEDS ALIMENTADAS CON CELDAS
FOTOVOLTAICAS

SEBASTIAN HINCAPIE HURTADO

JOAQUIN ANTONIO ALZATE GALLEGO

LUIS FELIPE MUÑOZ SALAZAR

Trabajo de grado para optar al título de tecnólogo electricista

ASESOR:

Víctor Manuel Gómez Ramírez

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

TECNOLOGIA ELÉCTRICA

GUATAPE

2012

Tabla de contenido

INTRODUCCION	
1. EL PROBLEMA	10
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA	10
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
2. JUSTIFICACIÓN.....	11
3. OBJETIVOS.....	13
3.1 GENERAL.....	13
3.2 ESPECÍFICOS.....	13
4. REFERENTES TEÓRICOS	14
4.1 VENTAJAS DE LA ENERGÍA SOLAR.....	14
4.2 LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS.....	15
4.2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS CELDAS:.....	16
4.2.2 TIPOS DE PANELES EN FUNCIÓN DE LA FORMA.....	17
4.3 LAS LÁMPARAS LED	18
4.4 BATERÍAS O ACUMULADORES	20
4.4.1 TIPOS DE BATERIAS	20
4.4.2 MANTENIMIENTO DE LAS BATERIAS	22
4.5 EL REGULADOR DE CARGA.....	22
4.6 EL INVERSOR.....	23
5. DISEÑO METODOLÓGICO	25
5.1 ENFOQUE.....	25
5.2 TIPO DE ESTUDIO	25
5.3 DISEÑO.....	25
5.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	26
5.5 TECNICAS E INSTRUMENTOS.....	26
6. RESULTADOS.....	27
6.1 ANALISIS DE LAS ENCUESTAS	27
6.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DEL PANEL SOLAR Y LÁMPARA LED.....	32
6.3 ANALISIS COMPARATIVO	38
7. CONCLUSIONES	43
8. RECOMENDACIONES.....	44

9. BIBLIOGRAFÍA.....45
ANEXOS.....46

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1- Características del panel solar.....	34
Tabla 2- Características Fuente de Alimentación	35
Tabla 3- Precios de referencia de cambio, revisión y reparación de luminaria según epm.....	41
Tabla 4- Precios de Referencia colocación y retiro de luminaria según epm.....	42

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pag.
Ilustración 1- Grafico n°1 de la Encuesta.....	27
Ilustración 2-Grafico n°2 de la encuesta	28
Ilustración 3- Grafico n°3 de la encuesta	29
Ilustración 4- Grafico n° 4 de la encuesta	29
Ilustración 5- Grafico n°5 de la encuesta	30
Ilustración 6- Grafico n° 6 de la encuesta	31
Ilustración 7- Luminaria Led 28w	32
Ilustración 8- Bombilla Led 28w	32
Ilustración 9- Panel Solar y Características	33
Ilustración 10-Fuente de Alimentación.....	35
Ilustración 11- Batería Libre de Mantenimiento	36

LISTA DE ANEXOS

	Pag.
Imagen 1- Ilustración de la propuesta.....	46
Imagen 2-Pasillo salida de estudiantes de la Institución Educativa León XIII	47
Imagen 3-Entrada de Vehículos de la Institución Educativa León XIII	47
Imagen 4-Porteria de la Institución Educativa León XIII	47

INTRODUCCION

La humanidad en su constante evolución se ha beneficiado por los avances que se han generado a través de los tiempos, en los inicios estos avances estaban ayudados por la misma naturaleza encaminados a mejorar el bienestar de los seres humanos es así como la naturaleza proporciono la primer fuente de energía conocida como la biomasa, tras la industrialización del hombre se han usado medios diferentes para obtener la energía allí aparecen los combustibles fósiles (el carbón, el petróleo y recientemente el gas natural), este tipo de energía sin embargo presentan dos inconvenientes; en primer lugar son finitos, esto quiere decir que su existencia tiende a escasear y los costos para su aprovechamiento tienden a incrementar; en segundo lugar la tierra como tal está sufriendo grandes cambios climáticos y la acumulación de gases en la atmosfera, lo cual se cree que es ocasionado en gran parte por la contaminación que se genera del uso de los combustibles fósiles y este tema de la contaminación está obteniendo fuerza en los últimos años.

Por esta razón se ve la necesidad de usar energías alternativas más eficientes y menos dañinas al medio ambiente, estas por su parte son virtualmente ilimitadas y las recuperaciones ambientales tras su uso son incomparablemente menores a las energías fósiles. Estas directa o indirectamente provienen de nuestra estrella, el sol que irradia energía al espacio.

El Sol representa la fuente de vida y origen de las demás formas de energía, ha brillado en el cielo desde unos cinco mil millones de años, y se calcula que no ha llegado ni a la mitad de su existencia. En un año arroja miles de veces más energía que la que vamos a consumir, se estima que la cantidad de energía que recibe la Tierra en 30 minutos, equivale a toda la energía eléctrica consumida por la humanidad en un año.

Analizando todos estos aspectos, esta investigación busca demostrar la viabilidad de la inserción de la energía fotovoltaica en diferentes aplicaciones, ya sea conectado a la red eléctrica o de manera aislada. Ya no se intenta solamente disminuir los precios de la energía eléctrica, sino contribuir con los faltantes de electricidad que últimamente se han presentado en el país.

1. EL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA

Se ha evidenciado en el municipio del Peñol Antioquia, más concretamente en la Institución Educativa León XIII la falta de iluminación en la entrada y salida de esta, teniendo en cuenta que en la mayoría de las instituciones educativas de Antioquia los recursos del estado son muy bajos y mejorar la iluminación por medio de alumbrado público tradicional traería consigo un mayor costo energético.

Por la falta de una adecuada iluminación el tránsito de los estudiantes en horas de la tarde se dificulta por la oscuridad que se presenta en ese lugar. Teniendo en cuenta que esta institución educativa cuenta con dos jornadas (mañana y tarde) en la cual los jóvenes terminan su jornada a las 12:45 pm y los niños a las 6:30 pm, la institución educativa planea iniciar con un bachillerato nocturno que estaría iniciando sus clases después de las 7:00 pm y ahí es donde se encuentra más oscuro y por eso se hace necesario una mayor iluminación en este sitio.

Esta Institución Educativa cuenta con una población aproximada de 2800 estudiantes. Así que se estaría hablando aproximadamente de 1.300 personas que se ven perjudicadas por la falta de iluminación en la jornada de la tarde

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles serían las lámparas Leds y celdas fotovoltaicas más convenientes para resolver la falta de iluminación en la I.E León XIII y que no aumenten los costos energéticos a la institución?

2. JUSTIFICACIÓN

Ante los hallazgos realizados en las diferentes actividades de campo que se hicieron, se vio la necesidad de proponer para la institución educativa del municipio de El Peñol la instalación de lámparas con la tecnología LED alimentadas con celdas fotovoltaicas para mejorar la iluminación de su entorno externo.

Siendo los LEDS una tecnología vanguardista que al ser comparada con las tecnologías existentes otorga mejores resultados.

Las lámparas Leds brindan una mayor luminosidad ya que las lámparas convencionales para alumbrado público que en su mayoría son lámparas de vapor de sodio que otorgan una iluminación amarilla brillante, en cambio las lámparas Leds otorgan una luz fría es decir más blanca la cual da una mayor visibilidad.

Aunque su costo inicial es elevado presentan una mayor rentabilidad ya que se trata de una tecnología auto sostenible que en un determinado lapso de tiempo aproximadamente un año ofrece la recuperación de la inversión, no presentan gastos extras puesto que no están conectadas a la red eléctrica sino que ellas mismas por medio de la celda fotovoltaica generan la energía que absorben del sol para poder en este caso iluminar este lugar por unas 12 horas continuas, además presentan una mayor vida útil. Por lo contrario el alumbrado público convencional genera un costo continuo al estar conectado a la red eléctrica.

Los sistemas fotovoltaicos han experimentado un fuerte desarrollo en los últimos años. Desde 1998, el mercado solar fotovoltaico ha estado creciendo a una tasa promedio del 35% anual, y tiene ya un valor de más de 9 mil millones de euros anuales. En el año 2006, la potencia total instalada de sistemas solares fotovoltaicos alcanzó un nuevo máximo de 6.500 mwp, comparado con 1.200 mwp que había en el año 2000. Este altísimo crecimiento significa que los sistemas fotovoltaicos podrían llegar a ser competitivos con los precios que paga el consumidor de electricidad.

Dentro de las ventajas que implica esta tecnología desde un punto de vista ambiental se destacan las siguientes: no contamina, ni produce emisiones de CO₂ u otros gases contaminantes a la atmósfera, no consume combustibles, no genera residuos ni produce ruidos y es inagotable. En cuanto a ventajas socioeconómicas se puede mencionar que su instalación es simple, requiere poco mantenimiento, tienen una larga vida de aproximadamente 30 años, resiste condiciones climáticas extremas, tolera aumentar la potencia mediante la incorporación de nuevos módulos fotovoltaicos, entre otros.

“La electricidad solar puede ser una muy buena alternativa a las fuentes de energía tradicionales considerando el precio actual de la electricidad, las ayudas y otras ventajas. La fiabilidad y durabilidad de las instalaciones fotovoltaicas son excepcionales, una instalación fotovoltaica típica puede durar 30 años con un mantenimiento mínimo y permite ahorrar de un 50 a un 80 % de energía. (Humberto, 11/2008)

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Determinar la propuesta adecuada para la iluminación por medio de lámparas Leds alimentadas con celdas fotovoltaicas para mejorar la iluminación en la entrada y/o salida a la Institución Educativa León XIII

3.2 ESPECÍFICOS

- Establecer el tipo y características de la lámparas Led y celdas fotovoltaicas más convenientes para el desarrollo del proyecto de acuerdo a la necesidad planteada
- Realizar un estudio comparativo (técnico, económico) entre la tecnología comúnmente implementada para el alumbrado público en Colombia y la propuesta de lámparas Leds alimentadas por celdas fotovoltaicas
- Diseñar una encuesta que nos permita conocer el grado de percepción de la comunidad frente a la necesidad de una mejor iluminación a la entrada de la Institución Educativa León XIII
- Determinar por medio de la encuesta el grado de conocimiento y aceptación que la comunidad posee frente a una tecnología moderna y ecológica.

4. REFERENTES TEÓRICOS

Según las necesidades de iluminación que existentes en diversos espacios, se abre la posibilidad de proponer luminarias que según los niveles de iluminación y características físicas de los lugares a instalar presentan mayores ventajas y menores desventajas con relación a otros tipos de iluminación; “Las lámparas de alumbrado público solar son sistemas unitarios independientes, diseñados para operar de manera autónoma al 100%, el panel fotovoltaico se integra al poste, normalmente en su punta, las baterías y el sistema de control se alojan en un gabinete adosado al poste.” La luminaria en si es la unidad completa de iluminación y consiste del foco, balastro, reflector, difusor y carcasa. Se integran sistemas de una o dos luminarias por poste.

4.1 VENTAJAS DE LA ENERGÍA SOLAR

- No requiere instalación de transformador, ni red primaria, ni cable pre-ensamblado
- La cantidad de materiales es bajo (celdas fotovoltaicas, banco de baterías, regulador, lámparas y cable eléctrico)
- Los costos de mano de obra son muy puntuales.
- El proyecto no necesita pago de trámites de derecho ante ninguna entidad.
- El costo del transporte de materiales es mínimo debido a la cantidad de los mismos.
- No necesita instalación de acometida ni contador de energía.
- No requiere cobro de facturación posterior a la instalación de la celda debido a que la fuente de la energía es el sol.
- El tiempo de duración de la celda fotovoltaica es de aproximadamente 25 años.
- No requiere estudios de factibilidad ni planos topográficos, debido a que la instalación es domiciliaria.
- El impacto ambiental es nulo, ya que la instalación es domiciliaria.

- No necesita certificado de la corporación autónoma regional, debido a que la instalación se realiza en el mismo predio.
- La continuidad del servicio de energía es constante, porque se depende exclusivamente de la fuente solar.
- Energía lumínica con satisfacción inmediata para el usuario
- Cada usuario cuenta con servicio independiente
- No se corren riesgos por atentados terroristas.
- No requiere aprobación técnica de ninguna entidad diferente a la que se vincule con el pago de la obra.

4.2 LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS

El fenómeno fotovoltaico fue descubierto en 1839 por el científico francés, Henri Becquerel. Las primeras celdas solares de selenio fueron desarrolladas en 1880, sin embargo, no fue sino hasta 1950 que se desarrollaron las celdas de silicio mono cristalino que actualmente dominan la industria fotovoltaica.” (Daniel, 2009)

Las celdas fotovoltaicas mejor conocidas como paneles solares, su funcionamiento radica en que al estar en contacto con la radiación solar producen una corriente eléctrica, mediante un proceso en el cual los rayos golpean la celda fotovoltaica (que contiene una delgada rejilla semiconductor) y separan los electrones de los átomos del material semiconductor, Usando esta tecnología cada célula produce una tensión en corriente continua de aproximadamente 0.5 volts y una intensidad en corriente continua de 1 a 8 A, se requiere una cantidad apreciable de células para producir un voltaje y una potencia apreciables. Las células fotovoltaicas están interconectadas entre sí en serie en grupos que van de 36 a 72 células que producen un voltaje a circuito abierto de aproximadamente 20 a 40 volts este conjunto de células conforman un módulo fotovoltaico las celdas reunidas forman un módulo fotovoltaico que brinda el voltaje necesario. La corriente producida dependerá siempre de la cantidad de luz captada por el modulo.

Existen mini paneles de 1 w o 2 w de potencia, como los que se utilizan para mantener cargada la batería de un automóvil, y también podemos encontrar grandes paneles de potencias de hasta 300w. Las potencias nominales más usuales que se pueden encontrar en el mercado son: 5w, 10w, 20w, 35w, 40w, 60w, 75w, 100w y 175w.

Su potencia se denomina como potencia pico y corresponde a la potencia máxima a entregar bajo ciertas condiciones:

- Radiación de $1000\text{w}/\text{m}^2$
- Temperatura de la celda 25°C

“Una celda fotovoltaica tiene como función primordial convertir la energía captada por el sol en electricidad a un nivel atómico; muchas de ellas cuentan con una propiedad conocida como efecto fotoeléctrico lo cual hace que los fotones de luz sean absorbidos para luego irradiar electrones; cuando dichos electrones libres son capturados el resultado que obtenemos es una corriente eléctrica que luego, mediante su conversión, es empleada como electricidad. Las celdas fotovoltaicas tuvieron su nacimiento gracias a un físico francés llamado Edmundo Becquerel, fue éste quien notó que ciertos materiales producían pequeñas cantidades de corriente eléctrica cuando los mismos eran expuestos hacia la luz, es así como el principio del aprovechamiento de la energía solar surgiría.” (Salinas & Jeldes, 08/02/2011)

4.2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS CELDAS:

- **Mono Cristalinas:** están compuestas de un único cristal de silicio, se reconocen por su forma casi circular u octagonal donde sus cuatro lados son cortos y curvos .son de rendimiento energético hasta 15 - 17%, Actualmente, el material más utilizado es el silicio mono cristalino que tiene prestaciones y duración en el tiempo superiores a cualquier otro material utilizado para el mismo fin.
- **Poli cristalinas:** Los materiales son semejantes a los del tipo anterior aunque en este caso el proceso de cristalización del silicio es diferente. Los paneles poli cristalinos se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales. Son visualmente muy reconocibles por presentar su superficie un aspecto granulado. Se obtiene con ellos un rendimiento inferior que con los Mono cristalinos hasta 12 - 14%, siendo su precio también más bajo.
- **Amorfas:** Basados también en el silicio, pero a diferencia de los dos anteriores, este material no sigue aquí estructura cristalina alguna. Paneles de este tipo son habitualmente empleados para pequeños dispositivos electrónicos (Calculadoras, relojes) y en pequeños paneles portátiles. Su rendimiento en los módulos comerciales es del 8%.
- **De silicio de arseniuro de galio:** Es un compuesto de galio y arsénico. Es un importante semiconductor y se usa para fabricar dispositivos

como circuitos integrados a frecuencias de microondas, diodos de emisión infrarroja, diodos láser y células fotovoltaicas. Es uno de los materiales más eficientes. presenta unos rendimientos del 20%

- **Silicio de telurio de cadmio:** Este material ofrece un mayor rendimiento energético que los tradicionales semiconductores de silicio y es menos costosa de producir.
- **Diseleniuro de cobre en indio-** con rendimientos energéticos entre el 9 y aproximadamente el 17%
- Existen también los llamados paneles **Tándem** que combinan dos tipos de materiales semiconductores distintos. Debido a que cada tipo de material aprovecha sólo una parte del espectro electromagnético de la radiación solar, mediante la combinación de dos o tres tipos de materiales es posible aprovechar una mayor parte del mismo. Con este tipo de paneles se ha llegado a lograr rendimientos del 35%. Teóricamente con uniones de 3 materiales podría llegarse hasta rendimientos del 50%

La mayoría de los módulos comercializados actualmente están realizados de silicio mono cristalino, policristalino y amorfo. El resto de materiales se emplean para aplicaciones más específicas y son más difíciles de encontrar en el mercado.

“Existe una nueva tecnología que está llamada a revolucionar el mundo de la energía solar fotovoltaica. Se trata de un nuevo tipo de panel solar muy fino, muy barato de producir y que según dicen sus desarrolladores presenta el mayor nivel de eficiencia de todos los materiales. Este nuevo tipo de panel está basado en el **Cobre Indio Galio Diselenido (CIGS)** y se prevé que en un futuro no muy lejano, debido a su competitiva relación entre producción de energía/costo pueda llegar a sustituir a los combustibles fósiles en la producción de energía”. (Romero, Calderon, Perez, Mesa, & Gordillo, 09/2006)

4.2.2 TIPOS DE PANELES EN FUNCIÓN DE LA FORMA

También es posible clasificar los paneles en función de su forma. Empleándose cualquiera de los materiales antes comentados se fabrican paneles en distintos formatos para adaptarse a una aplicación en concreto o bien para lograr un mayor rendimiento. Algunos ejemplos de formas de paneles distintos del clásico plano son:

- **Paneles con sistemas de concentración.** Este tipo de panel mediante una serie de superficies reflectantes concentra la luz sobre los paneles

fotovoltaicos, una misma superficie producirá más electricidad ya que recibe una cantidad concentrada de fotones.

- **Paneles de formato “teja o baldosa”.** Estos paneles son de pequeño tamaño y están pensados para combinarse en gran número para así cubrir las grandes superficies que ofrecen los tejados de las viviendas. Aptos para cubrir grandes demandas energéticas en los que se necesita una elevada superficie de captación.
- **Paneles bifaciales:** Es un tipo de panel capaz de transformar en electricidad la radiación solar que le recibe por cualquiera de sus dos caras. Para aprovechar convenientemente esta cualidad se coloca sobre dos superficies blancas que reflejan la luz solar hacia el reverso del panel.

4.3 LAS LÁMPARAS LED

Un Led es un diodo semiconductor que emite luz. El dispositivo semiconductor está comúnmente encapsulado en una cubierta de plástico de mayor resistencia. Aunque el plástico puede estar coloreado, es solo por razones estéticas, esto no influye en el color de la luz emitida. Cuando un Led se encuentra en polarización directa, los electrones pueden recombinarse con los huecos en el dispositivo, liberando energía en forma de fotones, el color de la luz es correspondiente a la energía del fotón. Este efecto es llamado electroluminiscencia. Poseen potencia suficiente para la iluminación de interiores son relativamente caros y requieren una corriente eléctrica más precisa, por su sistema electrónico para funcionar con voltaje en alterna y requieren de disipadores de calor cada vez más eficientes a comparación de las bombillas fluorescentes de potencia equiparable.

Son especiales para utilizarse con sistemas foto voltaicos (paneles solares) a comparación de cualquier otra tecnología actual.

Las lámparas con LED que se utilizan para el alumbrado público reciclan sistemas de iluminación verde o blanca, esto es considerado un producto de ahorro de energía amigable con el medio ambiente; pueden ser utilizados para aplicaciones residenciales, carretéales, parques y otros.

Usando paneles solares de alta calidad absorben la luz solar y la convierte en energía eléctrica y por consiguiente se carga una batería que permite que la lámpara LED se encienda y se apague automáticamente por medio de una foto celda. Dichas luminarias contarían con una alta potencia como fuente de luz, todo el sistema estaría compuesto por paneles solares, baterías y lámparas Led las alturas más sugeridas oscilan entre 8 y 12 mt de altura en el poste.

Algunas de las desventajas poco mencionadas de los Leds además de sus costos iniciales, es que se debe tener en cuenta su sensibilidad con el voltaje siendo necesario suministrar más del voltaje requerido y menos de la corriente necesaria; También tienen alta percepción por encima de la luz solar.

Los Leds presentan muchas ventajas sobre las tecnologías de iluminación tradicionales como los incandescentes y fluorescentes:

Frente a las incandescentes

- Consumo de energía mucho menor
- Mayor tiempo de vida, tamaño más pequeño
- Durabilidad
- Resistencia a las vibraciones
- No es tan frágil
- Reduce considerablemente la emisión de calor
- No contienen mercurio (altamente venenoso)

Frente a las fluorescentes

- No contienen mercurio
- No crean campos magnéticos altos
- Merman la radiación hacia el ser humano
- Reducen ruidos en las líneas eléctrica
- No les afecta el encendido intermitente
- Cuentan con una alta fiabilidad.

4.4 BATERÍAS O ACUMULADORES

Debido a que la radiación solar es un recurso variable, en parte previsible (ciclo día-noche), en parte imprevisible (nubes, tormentas); se necesitan equipos apropiados para almacenar la energía eléctrica producida por la radiación solar y almacenarla durante el tiempo de exposición al sol para poder disponer de ella en los periodos de baja o nula irradiación solar.

El almacenamiento de la energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos se hace a través de las baterías. Estas baterías son construidas especialmente para sistemas fotovoltaicos

Las baterías fotovoltaicas son un componente muy importante de todo el sistema pues realizan tres funciones esenciales para el buen funcionamiento de la instalación: (*Manuales-Solar Fotovoltaica*, n.d.)

- Proveer de la energía eléctrica almacenada necesaria en los periodos de baja o nula irradiación solar
- Almacenar la energía eléctrica tras los periodos de irradiación solar. Durante el día los paneles captan mayor energía que la que es consumida, este exceso es almacenado en la batería
- La batería provee energía eléctrica a un voltaje relativamente constante y adecuado para la utilización de aparatos eléctricos.

4.4.1 TIPOS DE BATERIAS

Existen diferentes tipos de baterías que debido a sus características y costos se sugiere el tipo de batería más conveniente para la instalación fotovoltaica la cual cumpla con las especificaciones mínimas. Las baterías más sugeridas para estas instalaciones son:

1. **BATERÍAS DE PLOMO ACIDO** las cuales están formadas por un depósito de ácido sulfúrico y dentro de él una serie de placas de plomo dispuestas alternadamente. Estas baterías suelen venir en módulos de 2 voltios que se conectan en serie hasta obtener la tensión de trabajo deseada (12 o 24 V). Cumplen dos importantes misiones:

- Suministrar una potencia instantánea superior a la que el campo de paneles puede generar, necesaria para la puesta en marcha de algunos elementos
 - Determinar el margen de tensiones de trabajo de la instalación.
2. **LAS BATERÍAS AGM** son una nueva generación de baterías selladas tipo plomo ácido, donde el ácido se absorbe más rápido por placas de plomo de la batería ya que cuenta con una delgada manta de fibra de vidrio que inmoviliza el ácido entre ellos. Esta batería tiene una resistencia eléctrica interna muy baja, lo cual combinado con la migración más rápida de ácido permite que la batería entregue y absorba más altas corrientes eléctricas que otras baterías selladas durante su carga y descarga. Además, las baterías con tecnología AGM se pueden cargar a una tensión normal, como cualquier otra batería plomo-ácido, no es necesario volver a calibrar los sistemas ya instalados o comprar cargadores especiales para ese tipo de tecnología.
 3. **BATERÍAS DE CICLO PROFUNDO** está diseñada para hacer frente a las exigencias de continuos procesos de carga y descarga en forma profunda hasta en un 80% de su capacidad total de carga.

Las baterías de ciclo profundo son por lo general baterías del tipo ácido-plomo. La vida útil de una batería de ciclo profundo es directamente a la relación de qué tan profundo llega a descargarse. Mientras menos profunda se llegue a descargar la batería de ciclo profundo mayor será la vida útil de la batería.

En promedio, una batería de ciclo profundo puede llegar a cumplir 2000 ciclos durante su vida útil; descargando y cargando su energía lenta, pero constantemente. Esto equivale a aproximadamente 4-8 años de vida útil. Sin embargo, cada caso es particular. En general, las variables que determinan la vida útil de una batería de ciclo profundo viene dada por:

- Condiciones de uso
- Mantenimiento
- Tiempo de carga y descarga

4. **LAS BATERÍAS GEL** que son baterías plomo-ácido selladas, donde el electrolito no es líquido, pero si un tipo gel donde hay menos evaporación y

con esto un aumento de la vida útil, garantizando un número mayor de ciclos de cargas y descargas.

Estas baterías soportan descargas profundas y ambientes con vibraciones, golpes y altas temperaturas. Tienen también un voltaje más estable durante la descarga, que es ideal para uso con inversores.

Deben cargarse con tensiones más bajas, por eso el cargador debe estar correctamente ajustado para ese tipo de baterías. Tienen un costo inicial algo elevado pero a largo plazo logran ser una óptima elección.

4.4.2 MANTENIMIENTO DE LAS BATERIAS

Los diferentes tipos y modelos de baterías requieren diferentes medidas de mantenimiento. Algunas requieren la adición de agua destilada o electrolito, mientras que otras, llamadas 'baterías libre de mantenimiento', no lo necesitan. Pero esto depende en buena medida del mantenimiento y de los ciclos de carga/descarga a los que fue sometida. (BON-CA, 2002)

La vida útil de una batería llega a su fin cuando esta "muere súbitamente" debido a un cortocircuito entre placas o bien cuando ésta pierde su capacidad de almacenar energía debido a la pérdida de material activo de las placas.

Las baterías para aplicaciones fotovoltaicas son elementos bastante sensibles a la forma como se realizan los procesos de carga y descarga. Si se carga una batería más de lo necesario, o si se descarga más de lo debido, ésta se daña. Normalmente, procesos excesivos de carga o descarga tienen como consecuencia que la vida útil de la batería se acorte considerablemente. Debido a que el buen estado de la batería es fundamental para el funcionamiento correcto de todo el sistema y que el costo de la batería puede representar hasta un 15-30 % del costo total, es necesario disponer de un elemento adicional que proteja la batería de procesos inadecuados de carga y descarga, conocido como regulador o controlador de carga.

4.5 EL REGULADOR DE CARGA

Los módulos fotovoltaicos tienen una tensión de salida siempre superior a la tensión nominal de las baterías. Esto es debido básicamente a dos causas:(Sol & Energ, 1996)

- La tensión de la placa fotovoltaica debe ser más elevada con el fin de contrarrestar el efecto de la temperatura.

- La tensión de la placa debe ser superior que la tensión en bornes de la batería, con el fin de que ésta se cargue de una forma adecuada.

Es por ello que el sistema solar fotovoltaico necesita de un elemento que controle el estado de la batería. Esta función la cumple el regulador de carga que asegura que la batería funcione en condiciones apropiadas, evitando la sobrecargas y sobre descarga de la misma, ambos muy perjudiciales para la vida de la batería.

El regulador de carga es un dispositivo electrónico, que controla tanto el flujo de la corriente de carga proveniente de los módulos hacia la batería, como el flujo de la corriente de descarga que va desde la batería hacia las lámparas y demás aparatos que utilizan electricidad.

Si la batería ya está cargada, el regulador interrumpe el paso de corriente de los módulos hacia ésta y si ella ha alcanzado su nivel máximo de descarga, el regulador interrumpe el paso de corriente desde la batería hacia las lámparas y demás cargas. Se recomienda controladores tipo serie de desconexión automática por bajo voltaje con indicadores luminosos del estado de carga, para que permitan la desconexión automática de la batería cuando el nivel de carga de ésta ha descendido a valores peligrosos. Generalmente, el regulador de carga es uno de los elementos más confiables de todo sistema fotovoltaico, siempre y cuando se dimensione e instale correctamente. El regulador puede incluir otros elementos que, aunque no sean imprescindibles, realizan útiles tareas de control o seguridad: amperímetros, voltímetros, Contadores de amperios-hora, temporizadores, alarmas. Etcétera.

4.6 EL INVERSOR

Proveer adecuadamente energía eléctrica no sólo significa hacerlo en forma eficiente y segura para la instalación y las personas; sino que, también significa proveer energía en la cantidad, calidad y en el tipo en que se necesita.

El tipo de la energía se refiere principalmente al comportamiento temporal de los valores de voltaje y corriente con los que se suministra esa energía.

Los módulos fotovoltaicos proveen corriente directa a 12 ó 24 Voltios por lo que se requiere de un componente adicional, el inversor, que transforme, a través de dispositivos electrónicos, la corriente directa a 12 V de la batería en corriente alterna a 120 V.

“Un inversor o convertidor es un equipo electrónico que convierte la corriente directa de una batería, en corriente alterna tal como la recibimos de la empresa proveedora de energía eléctrica. La UPS (Uninterrumpible Power Supply) son un

tipo de inversor convertidor, estos equipos se componen de varias secciones”:
(Abraham, Jesus, Gerardo, Antonio, & Rodolfo, 12/2011)

Sección osciladora:

Esta se encarga de generar los pulsos o ciclos necesarios para que la corriente alterna que provea el inversor sea igual a la corriente alterna que provee la empresa del servicio eléctrico, a unos 60 ciclos.

Sección amplificadora:

La función de esta sección es la de amplificar los pulsos para excitar a la sección elevadora de voltaje.

Sección elevadora de voltaje:

Esta se encarga de elevar el voltaje a 120 o 220, según sea el caso, función que está a cargo de un transformador, que cuando hay energía externa, se encarga de cargar el batería, apoyado por un circuito electrónico que al estar completamente cargada la batería, se desconecta automáticamente e invierte su función y se encarga de elevar el voltaje.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 ENFOQUE

La investigación tiene un enfoque empírico analítico, basado en el paradigma explicativo, puesto que el propósito es descubrir las causas y efectos del objeto estudiado para la generación de un conocimiento desde una perspectiva crítica, teórica y técnica.

5.2 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio es descriptivo y explicativo, ya que el propósito del investigador en estos estudios es describir la situación, decir cómo es y cómo se manifiesta, además de poder explicar cuáles serían los beneficios institucionales y sociales que traería la implementación de celdas fotovoltaicas con lámparas de LEDS para la iluminación de la entrada a la Institución Educativa León XIII del municipio del peñol.

5.3 DISEÑO

El diseño será de corte transversal, lo que implica la recolección de datos en un periodo de tiempo determinado con el propósito de describir las apreciaciones y responder la pregunta de investigación.

La investigación es no experimental, puesto que no se influirá sobre la apreciación de los participantes de la investigación, es decir se tomara la información en su contexto natural. Por lo tanto se realizara un análisis de las descripciones que se obtendrán por medio de la entrevista.

5.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la elaboración del presente proyecto se tendrá en cuenta representantes de todos los estamentos de la comunidad educativa; profesores, padres de familia y estudiantes.

A través de entrevistas y charlas se lograra dialogar con unas 80 personas de la población mencionada, para corroborar la necesidad de implementar un alumbrado público que brinde una mayor visibilidad y seguridad a la comunidad educativa

5.5 TECNICAS E INSTRUMENTOS

Fuentes de información primaria: Se justifica por lo tanto, la utilización de instrumentos de recolección de información tales como: la entrevista y la observación. En aras de explicar y predecir qué beneficios trae la implementación de celdas fotovoltaicas con lámparas de LEDS para la iluminación de la entrada a la Institución Educativa León XIII del municipio del peñol.

Fuentes de información secundaria: Se utilizara en la investigación el informe, trabajos escritos previamente realizados, los cuales permitirán sustentar y apoyar el estudio que se llevara acabo.

6. RESULTADOS

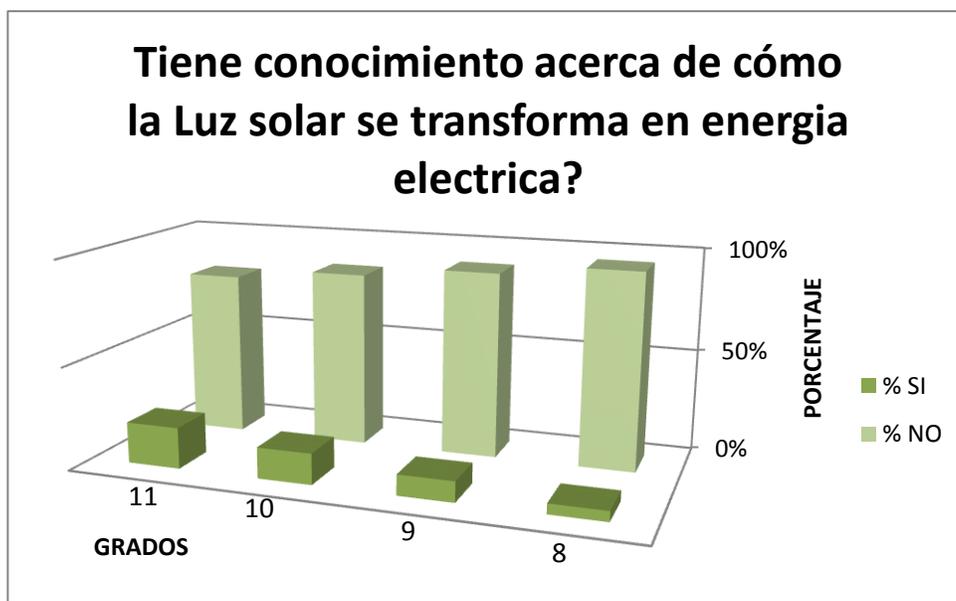
6.1 ANALISIS DE LAS ENCUESTAS

Se realizó una encuesta aproximadamente a 80 estudiantes de la I.E León XIII comprendidos entre los grados 8º, 9º, 10º, 11º, con el fin de saber cuáles son los conocimientos que la comunidad educativa puede tener sobre esta tecnología de iluminación Led alimentado por celdas solares y con esto nos permite captar la necesidad de una mayor iluminación en la institución.

Con la información obtenida se construyeron una serie de gráficas para facilitar el análisis de los datos arrojados y así conocer la viabilidad que se presenta con esta propuesta de mejora a la iluminación

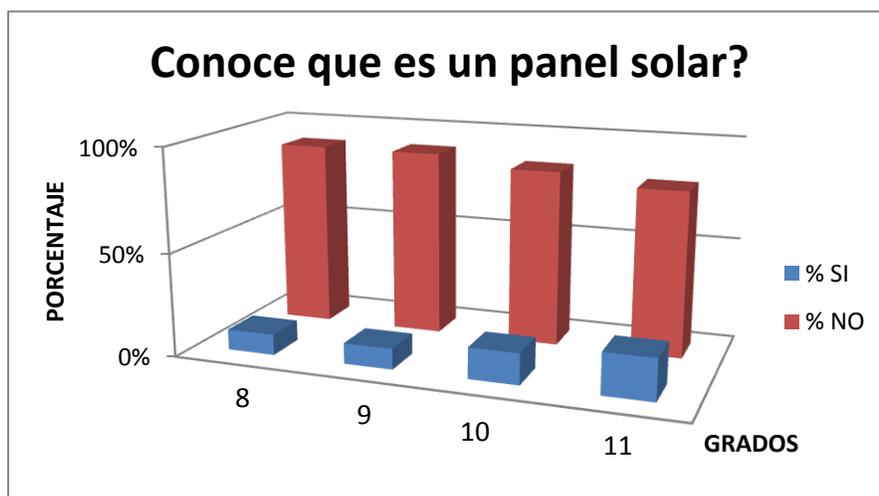
Como primer punto vemos que los jóvenes tienen muy poco conocimiento e interés acerca de cuáles son las energías renovables y como se podrían utilizar, (como se muestra en la Gráfica nº 1 y la nº2) con la realización de esta propuesta se busca generar un aprendizaje e interés sobre lo que son las energías renovables.

Ilustración 1- Grafico nº1 de la Encuesta



Fuente: Resultado de la encuesta realizada en el proyecto

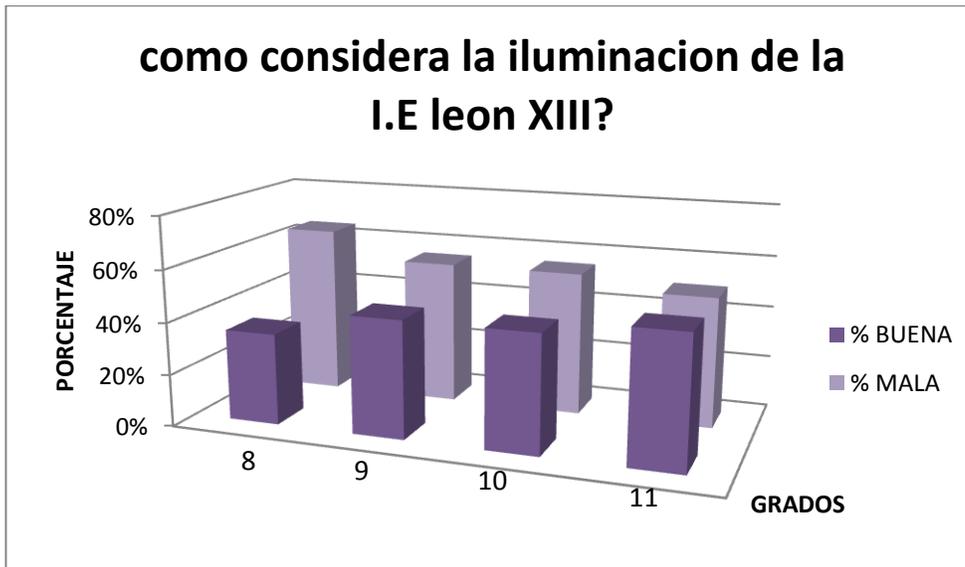
Ilustración 2-Grafico n°2 de la encuesta



Fuente: Resultado de la encuesta realizada en el proyecto

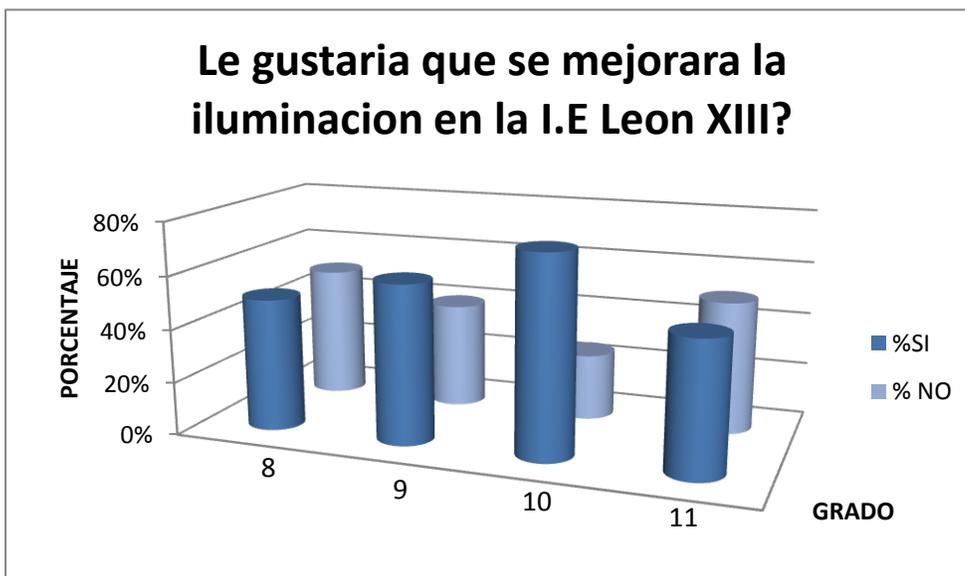
Como segundo punto observamos que en gran parte los estudiantes creen que la iluminación con la que cuenta la institución es ineficiente, otros piensan que se necesita cambiarlas en especial a la salida para evitar roces, vicios y perjuicios, a una pequeña cantidad les da igual el punto, pero en su mayoría los estudiantes creen que estarían más seguros con una mejor iluminación en la institución, (Ver Graficas N° 3, N°4 y N°5) además de esto los profesores consideran que con una mejor iluminación mermarían los problemas de los estudiantes y entre los estudiantes.

Ilustración 3- Grafico n°3 de la encuesta



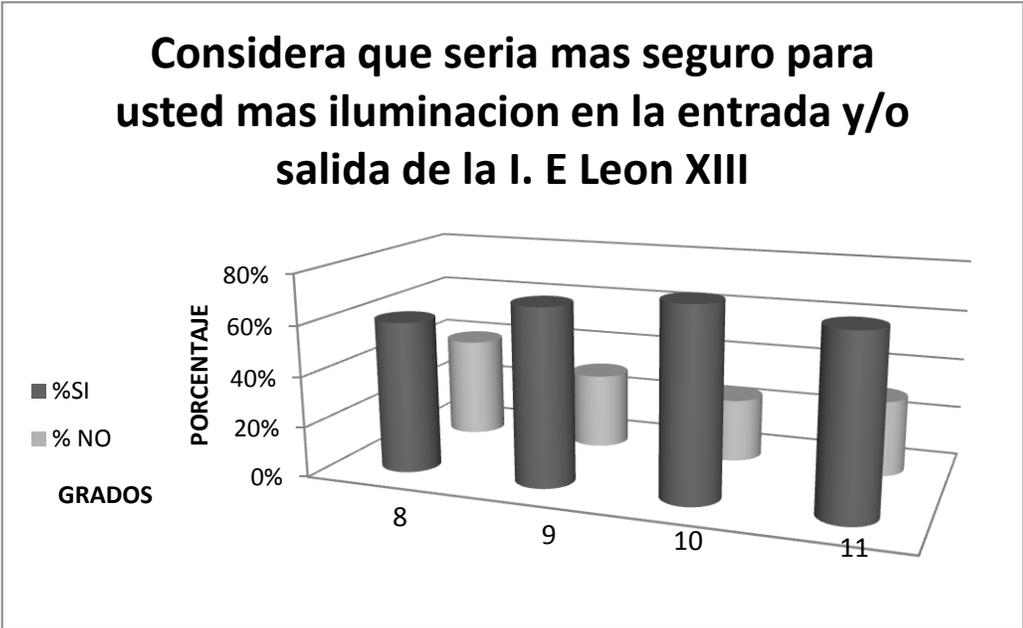
Fuente: Resultado de la encuesta realizada en el proyecto

Ilustración 4- Grafico n° 4 de la encuesta



Fuente: Resultado de la encuesta realizada en el proyecto

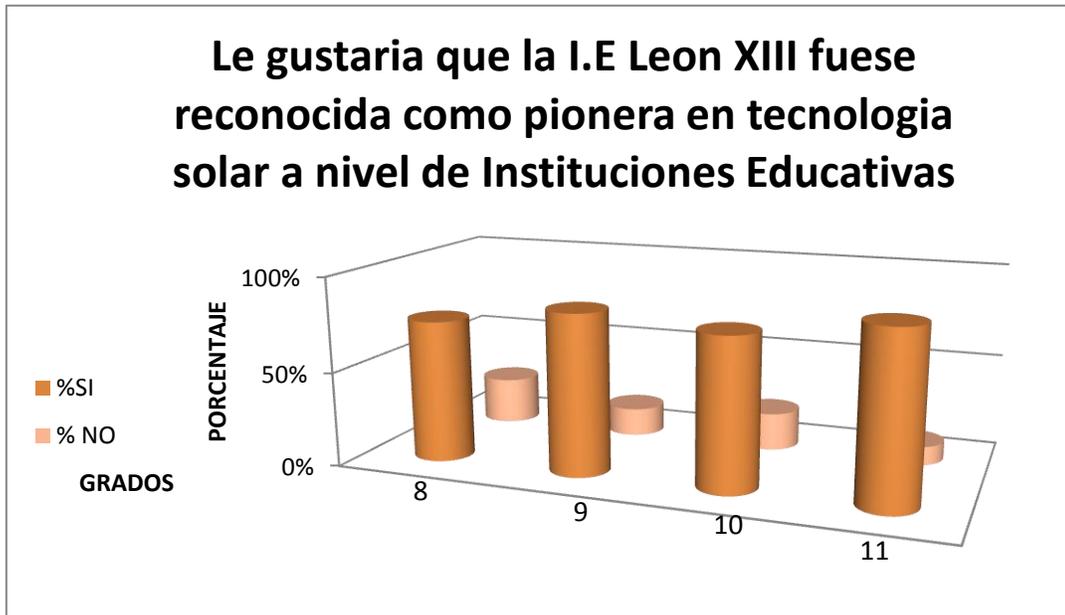
Ilustración 5- Grafico n°5 de la encuesta



Fuente: Resultado de la encuesta realizada en el proyecto

También observamos que aunque los jóvenes no conocen mucho de esta tecnología les llamo la atención la propuesta para mejorar la iluminación en la Institución y al estar próximos los 100 años de la institución todo lo que pueda darle renombre a la institución como tal es muy aceptado y acogido ante la comunidad educativa. (Ver Grafica N° 6)

Ilustración 6- Grafico n° 6 de la encuesta



Fuente: Resultado de la encuesta realizada en el proyecto

6.2 TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DEL PANEL SOLAR Y LÁMPARA LED

Después de analizar diferentes tipos de lámparas Leds y paneles solares existentes en el mercado colombiano se logró llegar a la conclusión de que la lámpara y panel más conveniente para satisfacer la necesidad de una adecuada iluminación en la entrada de la Institución Educativa León XIII del municipio del Peñol Seria:

♦ Bombilla Leds de 28w y/o Luminaria Led de 28w

Bombilla para luminaria vial de 28W. Ideal para reemplazar a las de Alta Presión de Sodio y Mercurio de 70w y 150 w. En luminarias de plazas públicas, parques, senderos, parqueaderos, campos deportivos.

Ilustración 8- Bombilla Led 28w



Ilustración 7- Luminaria Led 28w



Fuente: http://www.goodleds.co/product.php?id_product=1384

- ✓ Precio por Bombilla: \$ 260.300
- ✓ Precio luminaria totalmente hermética: \$ 1' 620.000

Especificaciones:

Modelo: GL-BH28W1588

Dimensiones: 90mm*90mm*275mm

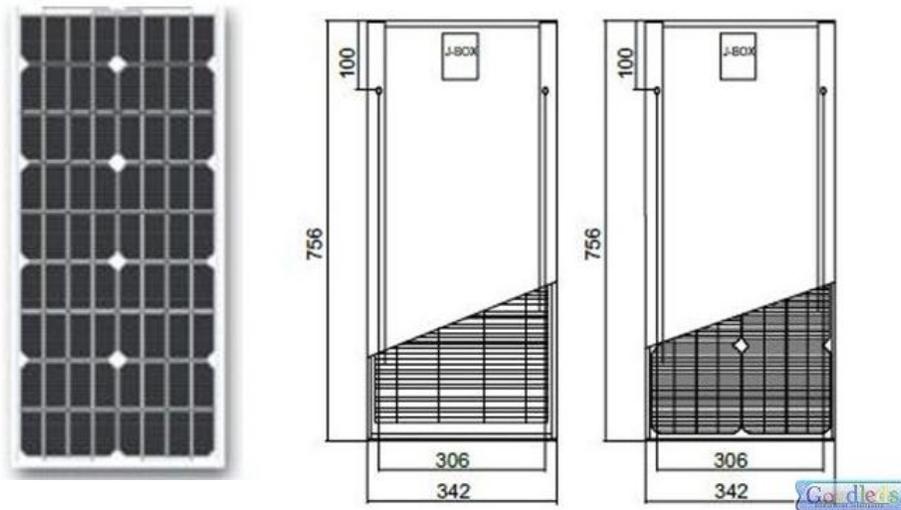
Potencia: 28w

Cant. Leds: 28 Leds High Power
Voltaje: 85-265Vac/Dc 12-24V
Angulo de luz: 120°
Colores: Blanco Cálido, Blanco Frio
Material: Aluminio
Lúmenes: 2520-2800lm
Vida Útil: > 50.000 hrs

♦ **Panel solar monocristalino de 26 a 32w**

Panel solar monocristalino para alimentación de energía en viviendas urbanas y rurales, fincas, alumbrado público y más. Grande economía y duración. Especial para combinar con alumbrado LED.

Ilustración 9- Panel Solar y Características



Fuente: http://www.goodleds.co/product.php?id_product=933

✓ Precio del panel: \$ 281.200

Especificaciones

Modelo: GL-GE31V12W042-GLGE31V24W042

Protecciones: Cortocircuito-sobrecarga- sobretensión-sobre temperatura

Factor de protección: IP 67

Eficiencia: 80%

El 100% de carga de incendio en las pruebas

Temperatura de almacenamiento: -40-80 °C

Temperatura de funcionamiento: -25 a 45 °C

Garantía: Año y medio

Tabla 1- Características del panel solar

CARACTERISTICAS	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
Modelo	GL-SO65H05	GL-SO65H06	GL-SO65H07
Potencia Nominal Máxima	26W	30W	32W
Voltaje Nominal	17.2V		
Corriente Nominal	1.51A	1.74A	1.86A
Voltaje Circuito abierto	21.0V		
Corriente de cortocircuito	1.72A	1.93A	2.06A
Eficiencia del Módulo	10.1%	11.6%	12.4%
Celda solar	Mono-crystalino 156×156mm		
Dimensiones	756×342×35mm		
Peso	3kg		

Fuente: http://www.goodleds.co/product.php?id_product=933

♦ Fuente de alimentación Waterproof 30w

Ilustración 10-Fuente de Alimentación



Fuente: http://www.goodleds.co/product.php?id_product=422

✓ Precio de la fuente de alimentación: \$28.800

Tabla 2- Características Fuente de Alimentación

Modelo		GL-GE31V12W042	GL-GE31V24W0421
SALIDA	Voltaje DC	12±0.5VDC	24±0.5VDC
	Potencia	30W	
	Rango de Intensidad	(0-1.25 ^a
ENTRADA	Voltaje	90-250VAC	
	Frecuencia	47 ~ 63 Hz	
	Corriente AC	0.08A Max @220V	
	Eficiencia (Tipo.)	80%	
PROTECCIÓN	Sobrecarga	Permitido el 20% de excedencia	
	Corto circuito	Auto recuperación	
	Sobre voltaje	≤255V	
	Sobre temperatura	≤85°C	
OTROS	Enfriamiento	Por convección	
	Resistencia a tensiones	2200VAC	
	Dimensiones/peso	200*30*20MM/260g	
	Empaque/cartón	50 Unid./cartón / 34*24*18cm	
	Cable	Alambre 200mm	
	Material de caja	Aluminio	

Fuente: http://www.goodleds.co/product.php?id_product=422

♦ **Batería Cale sellada libre de mantenimiento**

Ilustración 11- Batería Libre de Mantenimiento



Fuente:<http://www.alternativasolar.com/tienda/baterias-selladas/112-batera-sellada-cale-solar-libre-mantenimiento-12v-115ah.html>

✓ Precio de la batería: \$ 270.500

La batería CALE SOLAR es libre de mantenimiento para aplicaciones de ciclo profundo. Diseñadas específicamente para aplicaciones de almacenamiento de energía.

Información general:

La orientación de la batería es hacia arriba. Las baterías pueden ser conectadas en serie y paralelo para obtener el voltaje y la intensidad de los requerimientos de descarga. El ciclo de vida depende de los parámetros de carga. La carga de igualación puede ser necesaria en intervalos mensuales si la intensidad de descarga es mayor que el 40 %. Las baterías deben ser protegidas del calor excesivo.

Características:

- Plomo calcio en parrilla positiva y negativa.
- Placas 13 % más gruesas que dan una mejor resistencia al ciclado.
- Pasta positiva de alta densidad para alargar la durabilidad.
- Parrillas de metal expandido 11 % más gruesas, forjadas en frío.

- Placas encapsuladas con separador de polietileno.
- 430 cc de reserva de electrolito por celda.
- Caja y tapa de polipropileno de alto impacto.
- Arrestador de flama para seguridad.
- Terminales roscadas de 3/8" de acero inoxidable.

Especificaciones de la batería:

Voltaje nominal: 12 V

Largo: 330.2 mm (13.0")

Ancho: 172 mm (6.8")

Altura: 217.8 mm (8.6")

Altura total: 240.3 mm (9.5")

Peso: 27.3 Kg. (60.2 lbs)

Capacidad: 115 AH a 100 horas de descarga

Número de Placas: 17

6.3 ANALISIS COMPARATIVO

Se ha evidenciado que la tecnología Led es el futuro de la iluminación vial y urbana, gracias a sus ventajas económicas, sostenibles, ecológicas y a la calidad de la luz emitida. “Además otorga un ahorro energético del 50% al 80%. Frente a las tradicionales luminarias de vapor de sodio de alta presión” (Juan José Sánchez Ortiz-Terapeuta, 2010)

Al comparar los aspectos técnicos de estas tecnologías mediante diferentes variables se puede observar una clara diferencia entre estas dos tecnologías:

- ◆ **Calidad de la luz:**

La luz emitida por las lámparas de sodio es amarilla, esta no corresponde al pico de sensibilidad del ojo humano, los colores no son reproducidos fielmente y es por lo tanto necesaria más luz. Podemos afirmar entonces que con las lámparas de sodio hace falta aumentar la potencia luminosa al 50% para garantizar una visión segura.

Las lámparas de sodio producen un resplandor fuerte y una temperatura del color demasiado baja (entre un color amarillo o naranja) viéndose afectado el índice de rendimiento colorimétrico que indica que el color irradiado en los objetos no es real, además influye en el estado de ánimo de las personas (la gente se siente aburrida, cansada e irritada)

Por el contrario en los LED el “CRI (índice de rendimiento colorimétrico) indica la fidelidad de reproducción de los colores es un 80% para las Lámparas LED y un 20% para las lámparas de sodio” (Pujol, 2000). Los Led emiten luz blanca fría, que permite alcanzar una iluminación segura para los usuarios de la calle (baja los tiempos de reacción ante un imprevisto) con menor consumo de energía. La luz blanca atraviesa mucho mejor la niebla, haciendo a los vehículos más visibles. Además, aumentan la calidad de las imágenes capturada por las cámaras de seguridad. La temperatura del color es cómoda y los objetos son irradiados con un color verdadero.

- ◆ **Dirección de la luz:**

Las lámparas de sodio, son omnidireccionales, difunden la luz en todas las direcciones y es necesario dotarla con una farola para recuperar la mitad de la luz esto incrementa la polución luminosa; Por el contrario las lámparas Led son direccionales por su construcción y emite un haz luminoso definido, por lo tanto reduce al mínimo la polución luminosa.

En conclusión, la lámpara de sodio, por calidad de la luz, eficacia de la proyección y polución luminosa, resulta inferior a la lámpara LED.

- ♦ **Duración:**

- ♦ La vida útil de los sistemas a LED es estimada entre 50.000 y 100.000 horas (basados en especificaciones técnicas de las lámparas) contra 7.392 y 9.408 horas de las lámparas de sodio a alta presión.
- ♦ Tras una vida útil de 50.000-100.000 horas la luminosidad de los sistemas LED bajo al 70% con respecto del valor inicial y éste puede ser un valor considerado hasta el final de la vida útil del LED.
- ♦ El índice de caída del flujo luminoso de los LED es nulo después de 3000 horas de funcionamiento, más bien, entre las primeras 5000 horas aumenta ligeramente. Los faros de sodio, en cambio, después de 3000 horas presentan una reducción del flujo hasta el 40%.

- ♦ **Tiempo de encendido inicial de la luminaria**

El tiempo de encendido de lámparas de sodio nuevas está en alrededor de 3 a 4 minutos. Si se trata de lámparas de sodio con más de un año de uso este tiempo puede llegar a ser de 10 minutos. En lámparas de haluro metálico ocurre algo similar pero con tiempos de encendido ligeramente menores. Por lo contrario el encendido en lámparas de estado sólido es instantáneo, mejorando enormemente el servicio de alumbrado público.

- ♦ **Costo y Mantenimiento**

Según datos suministrados por epm que es la empresa encargada del servicio público en el Oriente Antioqueño.

La mano de obra se hace por precios unitarios con referencia a los ítems en el contrato de cotización de servicio, los precios de materiales varían según la potencia:

1. luminarias de 70w sodio está para epm en \$ 1138.500 pesos al por mayor incluye brazo de luminaria bombillo fotocelda ,tornillo 5/8 x 8” y el kit eléctrico balasto arrancador condensador , cuando se hace mantenimiento se cobra la mano de obra(ver precios tabla 3)
2. valor unitario
 - Bombillo sodio 70w tubular precio \$ 15.000
 - Fotocelda \$ 13.000
 - Arrancador /70w /400w valor \$ 9.000
 - Balasto sodio 70w valor \$ 25.0000

- 5 metros de Dúplex precio del metro \$ 3.500
 - Tornillo galvanizado 5/8 x 10" \$ 7.500
 - Cinta vinilo rollo 80 yardas 3.000 una luminaria se gasta 12 cms
 - Conectores ap1 valor \$ 700 pesos
-
- ❖ comparando con la cotización de la lámpara Led alimentada por panel solar o celdas solares costaría \$2'172.000 precio unitario este precio incluye luminaria Led hermética, batería libre de mantenimiento, fotocelda, panel solar y todo lo necesario para su anclaje
-
- ❖ valor unitario
-
- ❖ luminaria hermética (Controlador Led, Fotocelda) \$ 1'620.000
 - ❖ Batería \$ 270.500
 - ❖ Panel solar \$ 281.500
 - ❖ Requerimientos de ensamblaje(cinta, conectores, tornillos) \$ 11.700

Tabla 3- Precios de referencia de cambio, revisión y reparación de luminaria según epm

Precios de referencia para las actividades 1, 2 y 3. Cambio, revisión y reparación de luminaria o proyector de 70W, 150W, 250W, 400W y 1000W, FACTOR DE PESO ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA, ORIENTE ANTIOQUEÑO SUBREGIÓN ALTIPLANO 32.62% y el FACTOR DE PESO PARA EL RESTO DE LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUÍA 1.78%			
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	UM	VALOR DE REFERENCIA POR E.P.M.
AGRUPACION 1			
1	REVISIÓN, REPARACIÓN O CAMBIO DE LUMINARIA O PROYECTOR DE ALUMBRADO DE: 70W, 150W, 250W, 400W Y 1000W	UN	22,796
2	RETIRO DE LUMINARIA EN CUALQUIER TIPO DE POSTE DE CONCRETO, MADERA O FACHADA DE:		
	A. LUMINARIA 70W, 150W, 250W Y 400W	UN	20,606
	B. LUMINARIA Ó PROYECTOR 1000W, 1500W, 2000W	UN	28,683
3	TRASLADO DE LUMINARIA Ó PROYECTOR DE CUALQUIER TIPO DE POSTE O FACHADA	UN	28,683

Fuente: Información Suministrada por epm

Tabla 4-Precios de Referencia colocación y retiro de luminaria según epm

Precios de referencia para Las actividades 4, 5 y 6. Colocación y retiro de luminaria o proyector de 70W, 150W, 250W, 400W, 1000W, 1500W y 2000W, FACTOR DE PESO AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA, ORIENTE ANTIOQUEÑO SUBREGION ALTIPLANO 2.47% y el FACTOR DE PESO PARA EL RESTO DE LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA 0.13%			
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	UM	VALOR DE REFERENCIA POR E.P.M.
AGRUPACION 2			
4	COLOCACION EN CUALQUIER TIPO DE POSTE O FACHADA DE:		
	A. LUMINARIA O PROYECTOR 70W, 150W, 250W, 400W	UN	22,516
	B. LUMINARIA O PROYECTOR 1000W, 1500W, 2000W	UN	32,879
5	RETIRO Y COLOCACION. DE LUMINARIA COMPLETA EN CUALQUIER TIPO DE POSTE O FACHADA DE:		
	A. LUMINARIA 70W, 150W, 250W Y 400W	UN	20,606
	B. LUMINARIA O PROYECTOR 1000W, 1500W, 2000W	UN	35,854
6	RETIRO DE LUMINARIA EN CUALQUIER TIPO DE POSTE METALICO, MASTIL O TORRECILLA DE:		
	A. LUMINARIA 70W, 150W, 250W Y 400W	UN	20,606
	B. LUMINARIA O PROYECTOR 1000W, 1500W, 2000W	UN	28,683

Fuente: Información Suministrada por epm

Nota: El mantenimiento de la luminaria Led y el panel solar constaría principalmente de limpieza ya que se estima su vida útil entre unos 5 a 8 años aproximadamente, según garantía de fabricante.

7. CONCLUSIONES

El precio inicial de la propuesta de la lámpara Led alimentada por celdas fotovoltaicas es elevado por su tecnología innovadora pero su inversión se recupera en un mediano plazo, además no requiere gastos excesivos de mantenimiento y ayuda a la preservación del medio ambiente.

El ahorro de la electricidad utilizando estos sistemas es bastante notorio al igual que la diferencia en duración de estos sistemas en comparación a los convencionales ya que no depende de la red eléctrica y esto beneficiaría toda una comunidad.

La luz solar como fuente de energía eléctrica cada vez toma más fuerza a nivel mundial por su fácil adquisición en términos de disponibilidad.

La tecnología Led brinda una iluminación ecológica y más clara que permite asegurar una mejor visibilidad del entorno lo que se traduce en una mayor seguridad de las personas que transitan por esta zona.

Se puede observar tras este estudio que una luminaria Led a una menor potencia sustituye a una de mayor potencia en las tecnologías comúnmente usadas para alumbrado público como son las de vapor de sodio y cumpliendo los parámetros establecidos por las normas para iluminación pública con mejores resultados técnicos y estéticos.

8. RECOMENDACIONES

Es necesario hacer un seguimiento constante con el fin de observar el estado tanto del panel como de la lámpara para garantizar su correcto funcionamiento, ya que por la falta de cultura que tiene la comunidad frente a esta tecnología podría ser objeto de hurto y daños.

Educar a la comunidad para que conozcan y se apropien de este sistema de alumbrado ya que es para beneficio de todos, por medio de exposiciones y foros que permitan interactuar de cerca con esta tecnología, resaltando el beneficio que traen los paneles y las lámparas Leds al cuidado del medio ambiente-

Se recomienda para investigaciones y desarrollos futuros tener en cuenta todas las normas técnicas colombianas, de iluminación pública y control para este tipo de proyectos e investigaciones

9. BIBLIOGRAFÍA

Abraham, S., Jesus, A., Gerardo, V. L., Antonio, R. M., & Rodolfo, V. (12/2011). Analysis of a cascaded multilevel inverter with fault-tolerant control. *Ingenieria e Investigacion* , 66-79.

BON-CA. (2002). Manuales Sobre Energias Renovables. En *Solar Fotovoltaicas* (págs. 12-48). SanJuan, Costa Rica: Biomass Users Networks.

Daniel, L. T. (2009). Tecnologia Solar Aplicada. *Tecnologias* , 1-10.

Humberto, R. M. (11/2008). Development of Solar Energy in Colombia and its Prospects. *Revista De Ingenieria* , 83-89.

Juan José Sánchez Ortiz-Terapeuta, e. e. (28 de 05 de 2010). *En Buenas Manos*. Recuperado el 24 de 08 de 2012, de <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=3053>

Pujol, F. M. (2000). REVISION OF THE ALGORITHM OF COLOR RENDERING INDEX. En *ÓPTICA PURA Y APLICADA* (Vol. 33, págs. 1-43).

Romero, E., Calderon, C., Perez, B., Mesa, F., & Gordillo, G. (09/2006). Phase identification and AES depth profile analysis of Cu(In,Ga)Se₂ thin films. *Brazilian Journal of Physics* , 1050-1053.

Salinas, C., & Jeldes, J. C. (08/02/2011). Las Celdas Fotovoltaicas. *Estudios* , 1-10.

ANEXOS

Imagen 1- Ilustración de la propuesta



Fuente: www.goodleds.co

Imagen 2-Pasillo salida de estudiantes de la Institución Educativa León XIII



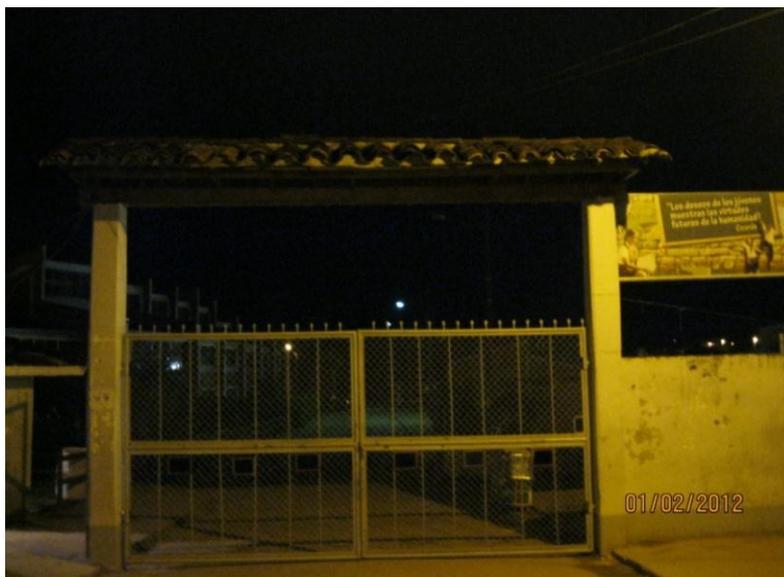
Fuente: Fotografías tomadas por los autores

Imagen 3-Entrada de Vehículos de la Institución Educativa León XIII



Fuente: Fotografías tomadas por los autores

**Imagen 4-Porteria de la Institución Educativa
León XIII**



Fuente: Fotografía tomada por los autores