

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA
(UNPHU)

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Civil

“BENEFICIOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS DE LA IMPLANTACIÓN DE
PANELES FOTOVOLTAICOS EN LAS LÁMPARAS EXTERIORES DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA (UNPHU).”



Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil.

Presentado por:

Rafael Geraldi González Rodríguez 11-0660

Joel Adonis Henríquez Contreras 11-0589

Asesora:

Ing. Roselyn R. Rodríguez Roperto, M. Eng.

Santo Domingo D.N.

2015

Agradecimientos

Le agradezco primeramente a Dios por su fidelidad conmigo, sus infinitas y sobreabundantes bendiciones, por darme fuerzas cada día para seguir adelante en el trayecto de mi carrera, ayudarme a alcanzar siempre nuevas metas y por medio de su voluntad haberme permitido llegar hasta aquí, a Él la gloria y el honor.

Agradezco enormemente a mis padres por su amor incondicional, por su apoyo en todos los sentidos, por todos sus consejos, y los buenos y malos momentos junto a mí, por haberse esforzado para darme una buena educación a lo largo de mi vida, su apoyo financiero y sus oraciones, ya que sin ellos no hubiese sido posible lograrlo y creyeron en mi confiando en que podía lograrlo y sobre todo les agradezco por los valores que han depositado en mí como persona.

A mis hermanos por el amor que me tienen, y han estado ahí en todo momento viendo y compartiendo conmigo los buenos y los malos momentos, porque también de una manera u otra han aportado su granito de arena para que hoy yo pueda estar aquí diciendo estas palabras y querermme de la manera como soy.

A Joel Adonis Henríquez por el buen amigo y compañero que ha sido y estar ahí desde el inicio hasta el final de nuestra carrera universitaria juntos en las buenas y en las malas como buenos compañeros.

A mis profesores por su conocimiento impartido, el tiempo invertido y su motivación para que pudiera aprender lo mejor de ellos.

Mi asesora la Ing. Roselyn Rodríguez, por su enseñanza, compartir su conocimiento y valioso tiempo que dedicó en este trabajo de grado.

A todos mis familiares que siempre estuvieron pendientes de mis estudios, apoyándote y motivándome en todo momento.

A todos mis amigos que me mantienen en sus oraciones día a día, y están ahí siempre compartiendo y celebrando conmigo cada momento ayudándome siempre y dándome su apoyo siempre.

A mis compañeros (as) de la universidad, les agradezco infinitamente por todos los momentos y clases que pasamos juntos y por estar disponibles siempre como buenos compañeros en todo momento. A todos mil gracias.

Rafael G. González Rodríguez.

Agradecimientos

En primer lugar le quiero dar las gracias a Dios por su amor y su misericordia que ha tenido conmigo y me ha permitido cumplir esta meta en mi vida, a él sea la gloria.

Le doy gracias a mi madre por estar conmigo siempre y su amor incondicional, sin ella esto no sería posible. Por estar hay en lo económico y dándome las fuerzas de que si se puede cuando muchos apostaban a que no.

Al personal de trabajo de Ferretería Plaza Santa Cruz por darme los permisos en los momentos que los necesitaba, en verdad gracias por la consideración que han tenido conmigo, estaré agradecido eternamente.

A todos mis familiares, amigos y compañero de estudios que siempre estuvieron cuando lo necesite, gracias.

A Rafael Geraldí González por haber sido un excelente compañero de trabajo de grado y amigo durante los años de universidad y ser de motivación para este trabajo.

A todos los profesores que de cada uno de ellos aprendí algo, mucho fueron de inspiración para querer ser profesional.

A mi asesora Ing. Roselyn Rodríguez por su dedicación, apoyo, enseñanza y compartir su conocimiento.

Joel A. Henríquez Contreras.

Índice

Agradecimientos.....	II
Agradecimientos.....	IV
Índice.....	V
Índice de Ilustraciones.....	VII
Índice de Gráficas	VII
Índice de Tablas	VIII
Introducción.....	1
Capítulo I. – Problema de La Investigación	2
Planteamiento y formulación del problema	2
Preguntas de la investigación	3
Objetivos de la investigación	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
Justificación	4
Antecedentes.....	4
Marco contextual	5
Capítulo II. – Marco Teórico	6
¿Qué es un panel solar?.....	6
Funcionamiento de un panel solar	7
¿Cómo funciona un sistema solar fotovoltaico?	8
¿De qué componentes está hecho un sistema solar fotovoltaico?	8
Tipos de sistemas solares	9
Aplicación de sistemas solares autónomos	9
Aplicación de sistemas interconectados	9

Principales problemas de los paneles solares	10
Ventajas y desventajas de la energía solar	10
Ventajas.....	10
Desventajas	11
¿Qué es la luz LED?.....	11
Vida útil de la luz led.....	13
Principales ventajas de las luces Led	13
Principales aplicaciones de las luces Led.....	14
Capítulo III. – Marco Metodológico.....	15
Tipo de investigación	15
Diseño de la investigación	15
Procedimiento de la investigación	15
Análisis de los datos	15
Capítulo IV. – Resultados.....	17
Conclusión.....	24
Bibliografía	25
Anexos	26

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Campus de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (Google Maps 2015).	5
Ilustración 2 Panel solar fotovoltaico (Kuhn S.A.).....	7
Ilustración 3 Luz LED (Luz & LED 2011).....	12
Ilustración 4 Bulbo Led de 30W recomendado para utilizarse en vez de los de bajo consumo de 65W y las lámparas de mercurio de 175W.	26
Ilustración 5 Bulbo Led que sustituiría las lámparas del jardín.....	27
Ilustración 6 Lámpara led de calle de 120W recomendada para sustituir las lámparas de vapor de sodio de 250W.....	27
Ilustración 7 Campana Led de 200W que sustituiría las de 400W.	28
Ilustración 8 Proyecto solar más grande del país llevado a cabo por la compañía Trace Solar.....	28
Ilustración 9 Tarjetas que de cada lugar que se visitó durante se recolectaban los datos y se hacía el diseño de esta investigación.....	27

Índice de Gráficas

Gráfica 1 Gasto energético de las lámparas exteriores actuales en relación al gasto energético total.	18
Gráfica 2 Gráfico que muestra el costo inicial de los paneles fotovoltaicos y el gasto anual de las lámparas exteriores actuales de la UNPHU y lo que se pagará los siguientes años instalando los paneles con las lámparas LED.....	22

Índice de Tablas

Tabla 1 Costos y consumo energético general y de las lámparas exteriores de la UNPHU.....	20
Tabla 2 Costo inicial de los paneles con las diferentes opciones, las lámparas actuales y las lámparas LED.....	21
Tabla 3 Tiempo del préstamo en el cual se saldaría el costo inicial del proyecto..	22
Tabla 4 Cotización de las lámparas exteriores en LED (Mundo LED S.R.L. 2015)	30

Introducción

La energía solar fotovoltaica presenta la característica de ser una fuente ilimitada de energía, por tratarse de energía renovable. Las fuentes de energía tienen impactos medioambientales inevitables. Cada vez son más claros estos efectos en el planeta, lluvia ácida, efecto invernadero, residuos radioactivos, accidentes nucleares, etc. Todo lo anterior hace que la energía solar fotovoltaica es cada día más deseada, no en vano en varios países desarrollados como Estados Unidos, Alemania, España, Japón, entre otros, han destinado grandes recursos en investigación y desarrollo de la energía solar fotovoltaica (Herrera, 2014).

Para la implementación de los paneles fotovoltaicos en las lámparas exteriores de la UNPHU se deben realizar una serie de análisis mediante la recolección de datos, y luego comprobar que los resultados obtenidos permitan determinar la factibilidad del proyecto por medio de comparaciones y descripciones del proyecto.

Durante el desarrollo de la investigación se plantea la realización de un análisis para estudiar la reducción del consumo eléctrico y así mismo el gasto económico debido al uso de lámparas. Con la implementación de este nuevo sistema, se plantea el estudio de la disminución en el impacto ambiental por el uso de fuentes alternativas de energía, con lo cual habría una menor emisión CO₂ a la atmósfera generados por la quema de combustibles fósiles, así mismo se hacen comparaciones sobre el costo de mantenimiento y la vida útil del sistema actual con el propuesto.

Capítulo I. – Problema de La Investigación

Planteamiento y formulación del problema

Los paneles fotovoltaicos son sencillamente un conjunto de celdas que tienen la capacidad de producir electricidad a partir de la luz que ellos reciben (Atom, 2012).

Los paneles solares fotovoltaicos se componen de celdas que convierten la luz en electricidad. Dichas celdas se aprovechan del efecto fotovoltaico, mediante el cual la energía luminosa produce cargas positivas y negativas en dos semi-conductos próximos de distinto tipo, por lo que se produce un campo eléctrico con la capacidad de generar corriente. Los paneles solares fotovoltaicos también pueden ser usados en vehículos solares (Atom, 2012).

Y para mayor ventaja ya el costo de los paneles fotovoltaicos se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las primeras células solares comerciales y su coste medio de generación eléctrica ya es competitivo con las fuentes de energía convencionales en un creciente número de regiones geográficas, alcanzando la paridad de red (Atom, 2012).

El problema de dicho estudio se enfocará en la reducción del gasto energético producido por las lámparas exteriores actuales de la UNPHU, y ver que tanto se reduciría el impacto ambiental con el ahorro de esa energía que generan dichas lámparas.

Las lámparas exteriores que actualmente están en funcionamiento en la universidad generan un gasto energético y un impacto ambiental debido a que usan energía eléctrica no renovable.

Se recomienda que se usen paneles fotovoltaicos en las lámparas exteriores de dicha institución para reducir los gastos económicos e impactos ambientales que produce el tipo de energía que utilizan las lámparas actuales que están en funcionamiento.

Preguntas de la investigación

¿Qué tanto se reduciría el costo con la implementación de los paneles fotovoltaicos?

¿De qué manera se reduciría el impacto ambiental luego de que se lleguen a colocar los paneles?

¿Cuál sería la diferencia en la iluminación en relación a las lámparas normales?

¿Qué vida útil tendría la instalación de este proyecto?

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar por medio de la colocación de paneles solares fotovoltaicos la reducción del gasto económico y ver de qué manera se puede reducir el impacto ambiental producido por el consumo de la energía eléctrica que las lámparas exteriores de la UNPHU producen.

Objetivos específicos

- Analizar cuál sería la reducción del consumo eléctrico y así mismo el gasto económico que producen las lámparas exteriores actuales de la UNPHU.
- Analizar la posible disminución del impacto ambiental que se genera debido al consumo de la energía eléctrica que se utiliza para alimentar las lámparas exteriores de esta.
- Obtener una similar o mejor iluminación de las áreas donde se encuentran las lámparas, colocando otro tipo de lámparas que provean iluminación igual o más, pero que el consumo de energía sea menor que el de las lámparas actuales.
- Ver y comparar cual sería el costo de mantenimiento y vida útil del sistema actual de iluminación en comparación con el fotovoltaico.

Justificación

La investigación se realiza para ver que tanto se economizaría la UNPHU financieramente y que reducción de impacto ambiental se generaría al cambiar el sistema de iluminación exterior actual, ya que al mismo también se podría optar por la opción para colocar lámparas LED que aparte de que consumen una menor cantidad de energía generarían igual o mayor iluminación.

Se le da importancia a esta investigación porque ayudaría fundamentalmente en el desarrollo de la universidad tomando en cuenta que como es una universidad que piensa en verde, de esta manera se ayudaría mucho en el aspecto del cuidado del medio ambiente, y no obstante serviría de ejemplo para la implementación de los paneles fotovoltaicos no solo en la universidad, sino en cualquier parte del país sirviéndole de desarrollo a la república dominicana si se dispusieran a colocar este tipo de iluminación en todas las áreas posibles.

Antecedentes

Debido a la importancia de la colocación de los paneles fotovoltaicos se han visto algunos antecedentes.

Alcor, E. (2008) habla en su libro que tiene como título “INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS”, que nos habla sobre la historia de los paneles, sus partes y la instalación de los paneles fotovoltaicos.

Grupo de Energía Renovable (GER) (2009), Argentina, tiene como título “RELEVADOR PORTATIL DE CURVAS I-V DE PANELES FOTOVOLTAICOS COMO HERRAMIENTA DE DIAGNOSTICO IN SITU DE SISTEMAS DE GENERACION FOTOVOLTAICA”, que analizan la funcionalidad de un equipo portátil para relevamiento de características I-V de paneles fotovoltaicos, desarrollado por el GER. Se verificó la funcionalidad del equipo a través de ensayos, bajo diversas condiciones, de módulos fotovoltaicos nuevos de 50 Wp de potencia nominal, 26 módulos de la empresa CONERGY y 31 de la empresa PHOTON.

Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO) (2006), Argentina, tiene el título de “SIMULACIÓN ELECTRICA Y TERMICA DE PANELES FOTOVOLTAICOS”, para esto elaboró un programa de simulación que predice la performance energética de un sistema fotovoltaico para cualquier condición de radiación solar y temperatura ambiente, a partir de las características estándar provistas por el fabricante. La simulación está basada en un modelo formado por un circuito eléctrico y un circuito térmico acoplados. Se compararon los resultados con las curvas I-V de equipos comerciales.

Marco contextual

El proyecto de investigación se estará desarrollando exclusivamente en la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), institución de educación superior de la República Dominicana. Con campus establecidos en la ciudad de Santo Domingo, capital del país y en la provincia de La Vega. Este proyecto se desarrollará en el campus de Santo Domingo (Ver Ilustración 1).

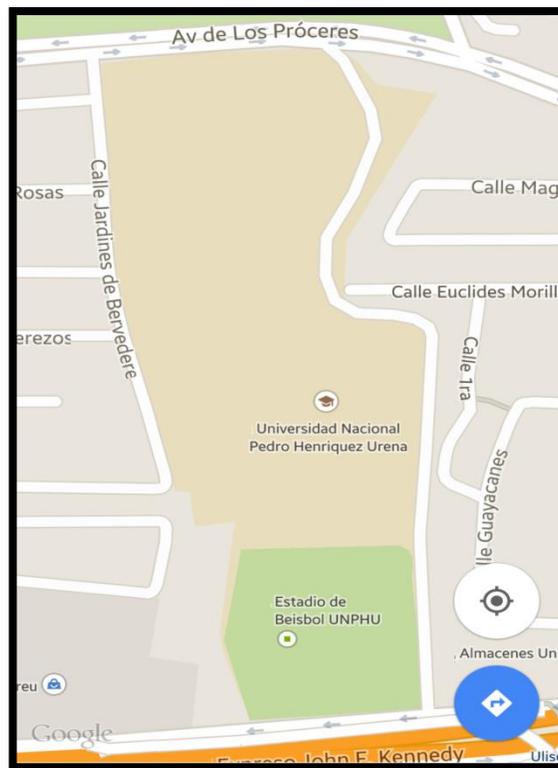


Ilustración 1 Campus de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (Google Maps 2015).

Capítulo II. – Marco Teórico

El fundamento de la energía solar fotovoltaica es el efecto fotoeléctrico o fotovoltaico, que consiste en la conversión de la luz en electricidad. Este proceso se consigue con algunos materiales que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad (Solar A. , 2012).

¿Qué es un panel solar?

Un panel solar es una especie de módulo que tiene como objetivo intentar aprovechar la mayor cantidad de energía que proviene de la radiación solar. El término que se utiliza para definirlo proviene de los colectores solares, que eran utilizados para poder obtener agua caliente, comúnmente con fin doméstico y a los paneles fotovoltaicos utilizados para generar electricidad (Ciencia-educación, 2010).

En lo que respecta a esos paneles fotovoltaicos, es importante destacar que se encuentran formados por unas cuantas celdas que se encargan de convertir la luz en electricidad. Estas mismas celdas son también conocidas como células fotovoltaicas, que significa “luz-electricidad”. Estas son dependientes del efecto fotovoltaico, para poder transformar la energía del Sol, y de esta manera hacer que una corriente pase entre dos placas con cargas eléctricas opuestas (Ciencia-educación, 2010), (Ver siguiente pág. Ilustración 2).

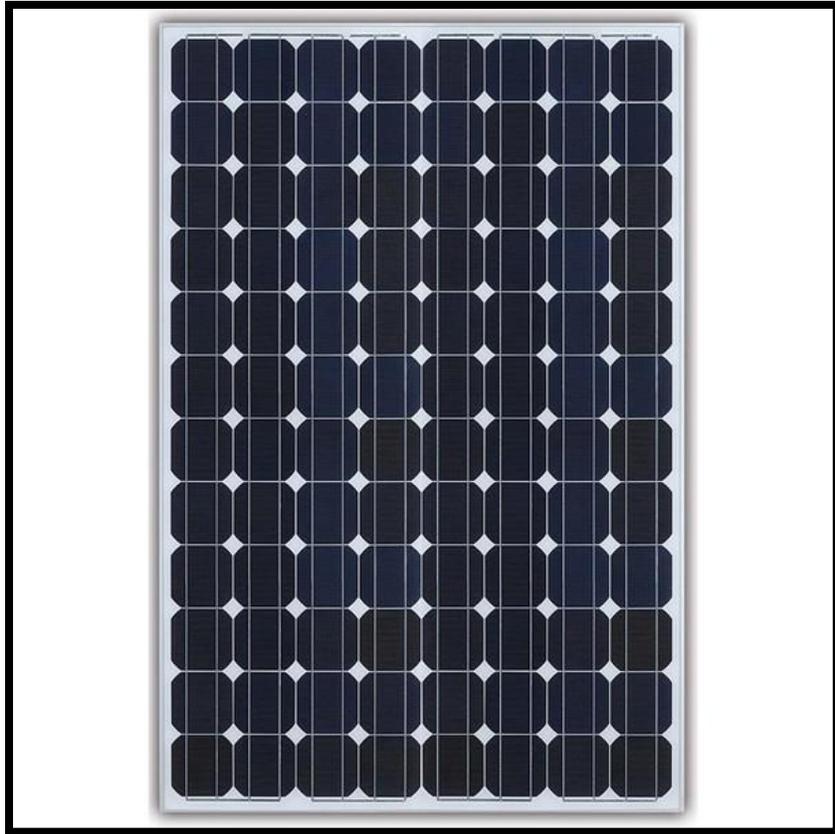


Ilustración 2 Panel solar fotovoltaico (Kuhn S.A.)

Funcionamiento de un panel solar

El funcionamiento de los paneles solares se basa en el efecto fotovoltaico, que se produce cuando, sobre materiales semiconductores convenientemente tratados, incide la radiación solar produciendo electricidad (erenovable, 2012).

En el momento en que queda expuesto a la radiación solar, los diferentes contenidos en la luz transmiten su energía a los electrones de los materiales semiconductores que, entonces, pueden romper la barrera de potencial de la unión P-N, y salir así del semiconductor a través de un circuito exterior (erenovable, 2012).

Estas células fotovoltaicas se combinan de muy diversas formas para lograr tanto el voltaje como la potencia deseados y de este modo poder conseguir que la

energía solar se acabe convirtiendo en energía que poder consumir (erenovable, 2012).

¿Cómo funciona un sistema solar fotovoltaico?

El funcionamiento de un Sistema Fotovoltaico se logra mediante el siguiente proceso:

La luz solar entra sobre la superficie del arreglo fotovoltaico, donde es convertida en energía eléctrica de corriente directa por las celdas solares, después esta energía es recogida y conducida hasta un controlador de carga con la función de enviar a toda o parte de esta energía hasta el banco de baterías en donde es almacenada, cuidando que no se excedan los límites de sobrecarga y sobredescarga. En sistemas FV conectados a la red, no se usan bancos de baterías (Conermex, 2011).

La energía almacenada o enviada a la red se utiliza para abastecer las cargas durante la noche o en días de baja insolación o cuando el arreglo fotovoltaico es incapaz de satisfacer la demanda por sí solo. Si las cargas a alimentar son de corriente directa, estas pueden hacerse a través del arreglo fotovoltaico o desde la batería. Cuando las cargas son de corriente alterna, la energía proveniente del arreglo y de las baterías, limitadas por el controlador, es enviada a un inversor de corriente, en donde es convertida a corriente alterna (Conermex, 2011).

¿De qué componentes está hecho un sistema solar fotovoltaico?

Un Sistema Solar Fotovoltaico es el conjunto de dispositivos cuya función es convertir la energía solar directamente en energía eléctrica, acondicionando esta última a los requerimientos de una aplicación determinada (Conermex, 2011).

Según (Conermex, 2011) consta principalmente de los siguientes elementos:

- Arreglos de módulos de celdas solares.
- Estructura y cimientos del arreglo.
- Reguladores de voltaje y otros controles, típicamente un controlador de carga de batería, un inversor de corriente cd/ca o un rectificador ca/cd.

- Baterías de almacenamiento eléctrico y recinto para ellas.
- Instrumentos.
- Cables e interruptores.
- Red eléctrica circundante.
- Cercado de seguridad, sin incluir las cargas eléctricas.

Un Sistema Solar Fotovoltaico no siempre consta de la totalidad de los elementos aquí mencionados. Puede prescindir de uno o más de éstos, dependiendo del tipo y tamaño de las cargas a alimentar, el tiempo, hora y época de operación y la naturaleza de los recursos energéticos disponibles en el lugar de la instalación (Conermex, 2011).

Tipos de sistemas solares

Dice (Conermex, 2011) existen en su gran mayoría 2 tipos de sistemas de paneles fotovoltaicos:

- Sistemas Solares Autónomos.
- Sistemas Solares Interconectados.

Aplicación de sistemas solares autónomos

Según (Conermex, 2011) los sistemas solares autónomos se aplican en:

- Telecomunicaciones.
- Supervisión Remota.
- Abastecimiento de electricidad para comunidades rurales.
- Casas de vacaciones.
- Calculadoras, relojes.
- Satélites Espaciales.

Aplicación de sistemas interconectados

(Conermex, 2011) Nos dice que los sistemas interconectados son aplicables en:

- Ciudades y centros urbanos
- Uso residencial.

- Uso comercial.
- Uso industrial.

Principales problemas de los paneles solares

Tiene ciertos requerimientos de espacio, ya que mientras más grande sea éste, más energía va a producir y por lo regular se consume mucha energía por día. La energía que produce es poca en comparación a la que producen los desechos fósiles y también afectan a la capa de ozono pero en una cantidad mínima (9).

Ventajas y desventajas de la energía solar

La energía solar tiene muchísimas ventajas sobre otras fuentes de energía, Sin embargo, también tiene algunas desventajas cuando se la compara con otras fuentes de energía. Las siguientes son algunas de las más importantes (Solar E. , 2013).

Ventajas

Las ventajas de la energía solar dice (Solar E. , 2013) que son las siguientes:

- La energía solar es un recurso renovable prácticamente ilimitado. Hay virtualmente una provisión ilimitada de energía solar que podemos usar y es una energía renovable. Esto significa que nuestra dependencia de combustibles fósiles se puede reducir en proporción directa a la cantidad de energía solar que producimos. Con el constante incremento en la demanda de fuentes de energía tradicionales y el consiguiente aumento en los costos, la energía solar es cada vez más una necesidad.
- No contamina. La energía solar es una excelente fuente de energía alternativa porque no hay contaminación al usarse.
- Tiene un bajo costo de aprovechamiento. El único costo asociado al uso de la energía solar es el costo de fabricación de los componentes e instalación. Tras la inversión inicial no hay costos adicionales asociados a su uso.
- Es adaptable a las necesidades. Los sistemas de energía solar pueden ser diseñados para ser flexibles y expandibles. Esto significa que tu primer proyecto solar puede ser pequeño y puedes aumentar en el futuro la

capacidad de tu sistema para adaptarlo a tus necesidades. Al empezar con un proyecto relativamente pequeño puedes reducir el gasto inicial.

- Es limpia. Un sistema de energía solar para generación eléctrica en el hogar puede potencialmente eliminar hasta 18 toneladas de emisiones de gases de invernadero al ambiente cada año.
- La energía solar opera con sistemas silenciosos. No hay contaminación por ruido.
- La encuentras en todos lados. Una gran ventaja de la energía solar es su uso en ubicaciones remotas. Es la mejor forma de proveer electricidad a lugares aislados en todo el mundo, donde el costo de instalar líneas de distribución de electricidad es demasiado alto.

Desventajas

Las desventajas según (Solar E. , 2013) son:

- Los grandes proyectos de generación de energía solar a escala comercial pueden requerir grandes cantidades de tierra. Sin embargo, un sistema para una casa habitación no tiene este problema.
- Los costos iniciales de instalación de un sistema de energía solar pueden ser altos comparados con otras alternativas. Sin embargo, como se señaló en el apartado de ventajas, no existen costos posteriores, por lo que la inversión inicial se recupera rápidamente. Para algunas familias los costos iniciales pueden ser un obstáculo importante, por lo que en muchos países existen apoyos gubernamentales y esquemas de financiamiento.
- En algunos lugares la luz solar no tiene la intensidad o no es suficientemente constante para proporcionar un flujo de energía permanente. Este prácticamente no es un problema en México, ya que nuestro país cuenta con una excelente captación de luz solar en prácticamente todo su territorio.

¿Qué es la luz LED?

Viene del inglés L.E.D (Light Emitting Diode) traducido diodo emisor de luz. Se trata de un cuerpo semiconductor sólido de gran resistencia que al recibir una

corriente eléctrica de muy baja intensidad, emite luz de forma eficiente y con alto rendimiento (Tecnoentusiastas, 2012).

Los LEDs básicamente son lámparas de estado sólido, o sea sin filamento ni gas inerte que lo rodee, ni cápsula de vidrio que lo recubra. El LED es un semiconductor unido a dos terminales cátodo y ánodo recubierto por una resina epoxi transparente (Mundoled, 2013), (Ver Ilustración 3).



Ilustración 3 Luz LED (Luz & LED 2011).

Cuando una corriente circula por el led se produce un efecto llamado electroluminiscencia o sea el led emite luz monocromática en frecuencias que van desde el infrarrojo pasando por todo el espectro de luz visible y llega hasta el ultravioleta (Mundoled, 2013).

Vida útil de la luz led

La vida útil de una lámpara LED es hasta 30 veces más que la de una lámpara incandescente, 25 veces más que la de un halógeno, 30 veces más que la de un tubo fluorescente y 3 veces más que la de una lámpara de bajo consumo. La mayoría de las lámparas LED de interiores tienen una vida media 30.000/50.000 horas. Por tanto, habrá comprado hasta 25 halógenos convencionales antes de sustituir una LED equivalente (Tecnoentusiastas, 2012).

Principales ventajas de las luces Led

Según (Mundoled, 2013) las principales ventajas son las siguientes:

- Reducido tamaño.
- Bajo consumo de energía: Generalmente en el orden de 100mw, comparado con 1 watt de las lámparas más chicas.
- Ahorra entre un 60% y 90% del consumo eléctrico por bombillo tradicional que se sustituya.
- Elevada eficiencia de conversión: Esto es gran parte de la energía eléctrica de entrada es transformada en energía lumínica.
- Larga vida útil: Hasta 100.000 horas de vida útil comparado con 8000 horas de vida útil de una buena lámpara incandescente.
- Mínima generación de calor.
- No emite luz ultravioleta.
- Producto altamente ecológico: sin mercurio, fósforo, ni tungsteno.
- Elevada resistencia mecánica: Al ser elementos 100% sólidos, resisten golpes y vibraciones mucho mejor que una lámpara incandescente.
- Elevado tiempo de respuesta: Usualmente en el orden de los 0,1 microsegundos en comparación con más de 20 milisegundos para las lámparas incandescentes, esto permite utilizar los LEDs en forma multiplexada como en los displays alfanuméricos o en aplicaciones de telecomunicación por aire o por fibra.

Principales aplicaciones de las luces Led

Y las principales aplicaciones nos (Mundoled, 2013) dice que son las siguientes:

- Hoy día se utilizan cada vez más en carteleras LED y en exteriores.
- Iluminación en general como reemplazo de lámparas incandescentes gracias a su mejorada eficiencia lumínica y a su gran ahorro energético.
- Decoración, anuncios de mensajes variables, pantallas gigantes, semáforos y señales de tránsito.
- Reemplazo de luces de posición, frenos e iluminación interior en automóviles.
- Terapias de luz infrarroja en aplicaciones médicas.
- Barreras infrarrojas.
- Controles remotos.

Capítulo III. – Marco Metodológico

Tipo de investigación

La investigación puede ser totalmente aplicada. Según el objeto de la investigación será de diferentes órdenes como son:

- Descriptiva: porque se basa y se enfoca en la recolección, estudio evaluativo y presentación de datos.
- Comparativa: porque se trata de 2 sistemas de energía, alternativa y un sistema tradicional para ver la factibilidad de nuestra investigación en comparación de una con la otra.
- Explicativa: porque estaremos presentando las ventajas de usar este tipo energía renovable.

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación será un diseño de tipo documental, debido a que se estará basando en análisis sobre el problema de la investigación. También será de tipo experimental, para ver el comportamiento y los efectos obtenidos en la investigación.

Procedimiento de la investigación

Para la realización del proyecto de investigación, se estará ejecutando en el siguiente orden:

- Búsqueda de información.
- Elaboración del proyecto de investigación.
- Diseño de instrumentos mediante la recolección de datos.
- Organización y análisis de datos.
- Redacción del informe final.

Análisis de los datos

La presentación de los resultados del proyecto de investigación, será la última fase para presentar y preparar el informe final, así se les presentara a otras personas los resultados de la investigación.

Las variantes serán las siguientes:

Interpretación: Esta será la forma mediante la cual se procurará expresar y plantear de forma clara la información obtenida en la investigación.

Cuadro de Resultados: Por medio de cuadros se mostrará la información recopilada en las entrevistas para dar a conocer los valores y resultados obtenidos.

Capítulo IV. – Resultados

El proyecto de investigación surge debido al gasto económico que tiene la UNPHU generado por las lámparas exteriores de la universidad, para así ver si es factible la colocación de un sistema de paneles solares fotovoltaicos capaces suplir energía a las lámparas exteriores y al mismo tiempo ver de qué manera se podría reducir el impacto ambiental debido al ahorro de energía.

Inicialmente se realizó un levantamiento que se llevó a cabo mediante la contabilización de las lámparas exteriores existentes. En dicho levantamiento se dividieron las lámparas según su tipo, actualmente hay colocadas varias clases, de las cuales se pudo obtener el valor de consumo en Watts, este se logró mediante una entrevista realizada al Ing. José A. Fernández, quien actualmente desempeña la función de Director de mantenimiento de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, este proporcionó la información acerca del consumo y mantenimiento de las lámparas.

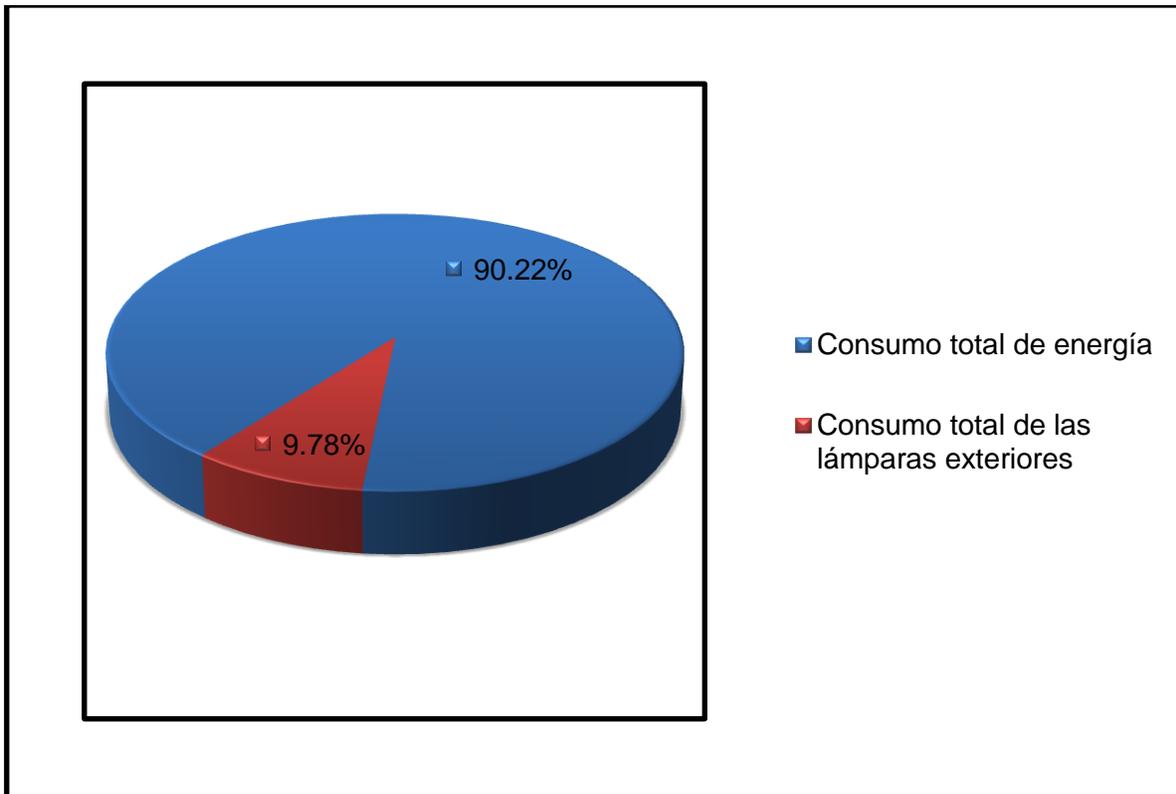
Las lámparas que actualmente están en funcionamiento son de diferentes tipos y diferente consumo, los cuales son:

- Lámparas de bajo consumo de 65W.
- Lámparas de vapor de mercurio de 175W.
- Lámparas de vapor de sodio de 250W.
- Lámparas olímpicas de 1000W y 400W.
- Lámparas de jardín de 20W.

Luego de tener estos datos se analizó el consumo total que generan las lámparas exteriores.

Se obtuvo que el promedio del gasto energético mensual de la UNPHU es de RD\$2,461,022.33 millones de pesos, del cual se analizó que el promedio del

consumo y del gasto energético de las lámparas exteriores es de un 9.78% del consumo total (Ver Gráfica 1).



Gráfica 1 Gasto energético de las lámparas exteriores actuales en relación al gasto energético total.

Por lo que se decidió implementar un sistema de energía alternativa de paneles solares fotovoltaicos interconectados a la red de energía eléctrica, se eligió de este tipo por motivos de seguridad ya que si en un determinado momento del día no se obtienen las horas de luz óptimas recibidas del sol, con un sistema autónomo no se obtendría energía suficiente para el consumo de las lámparas, mientras que con el sistema interconectado podría obtenerse directamente desde la red, como se toma actualmente.

Por otro lado, para obtener un costo inicial más asequible se analizó la idea de implementar la sustitución de las lámparas actuales por luces de tecnología LED ya que tienen un menor consumo y utilizarían una menor cantidad de paneles

fotovoltaicos, aparte de que las luces de tecnología LED tienen una mayor durabilidad y sobre todo es un sistema de iluminación ecológico.

Para el cálculo de los paneles solares fotovoltaicos se visitó una empresa que se encarga de diseños de paneles fotovoltaicos, el nombre de la empresa es Fotona Dominicana S.R.L. donde estuvo hablando con el Ing. José Montiel quien desempeña la función de Gerente Comercial, este estuvo facilitando información sobre los sistemas de paneles fotovoltaicos, diciendo que para el cálculo y diseño se necesitaba conocer los Kilowatts hora (KWH) de consumo al año, por lo que de aquí es que surge la idea anterior mencionada de cambiar las lámparas actuales por lámparas de tecnología led para que el consumo de Kilowatts hora (KWH) al año de las lámparas exteriores de la UNPHU sea bastante menor.

La siguiente empresa que se visitó fue Mundo LED donde se trató con Mavra Aquino, Ejecutivo de Ventas, el tema en cuanto a la sustitución de las lámparas actuales por lámparas LED que sean de igual o mayor iluminación pero de mucho menor consumo. Luego que se obtuvo información acerca de las nuevas lámparas se procedió a calcular el consumo total en Kilowatts hora (KWH) para el diseño de los paneles ya con este tipo de luminarias.

Para tener comparaciones de precio y tipos de lámparas se visitó la empresa Dos García, S.R.L., donde Marilyn Portorreal Suárez, Ejecutivo de Ventas fue quien proporcionó sobre las lámparas.

Luego que se obtuvieron todos los datos necesarios, se muestran a continuación los datos del consumo energético anual y promedio mensual de la UNPHU en KWH del año 2014, como así también del costo energético anual y promedio mensual referente al mismo año, también aparte del consumo energético, se muestran los mismos consumos referidos a las lámparas exteriores de la universidad y los consumos aproximados si dichas lámparas exteriores fueran sustituidas por lámparas LEDs (Ver Tabla 1).

Actividad.	Costo promedio mensual del año 2014.	Costo total energético del año 2014.	Promedio del consumo en KWH mensual de año 2014.	Consumo total energético en KWH del año 2014.
Consumo energético aproximado de la UNPHU.	RD\$2,461,022.33	RD\$31,993,290.28	231,987.69KWH	3,015,840KWH
Consumo energético aproximado de las lámparas exteriores.	RD\$240,770.80	RD\$2,889,249.60	22,696.20 KWH	272,354.40KWH
Consumo energético aproximado con lámparas led.	RD\$105,256.31	RD\$1,263,075.72	9,921.96 KWH	119,063.52KWH

Tabla 1 Costos y consumo energético general y de las lámparas exteriores de la UNPHU.

Al final los cálculos y precio del diseño lo proveyó Carlos E. Morel, Director Comercial de Trace Solar S.R.L., donde proporcionó la información con la cantidad de paneles necesarios para el consumo requerido, el precio requerido para dicha inversión y el área requerida necesaria para colocar los paneles.

En el análisis económico que se hizo, se parte de que la UNPHU tiene un gasto promedio mensual en las lámparas exteriores de RD\$240,770.80 pesos equivalente a un 9.78% del gasto energético total sin incluir el mantenimiento.

En el proyecto se evalúan 2 opciones a ver cuál sería la más factible aplicar, una es no instalando el sistema y dejando las lámparas exteriores actuales tal y como están y la otra alternativa sería instalándose los paneles con la sustitución de las lámparas exteriores por luces LED.

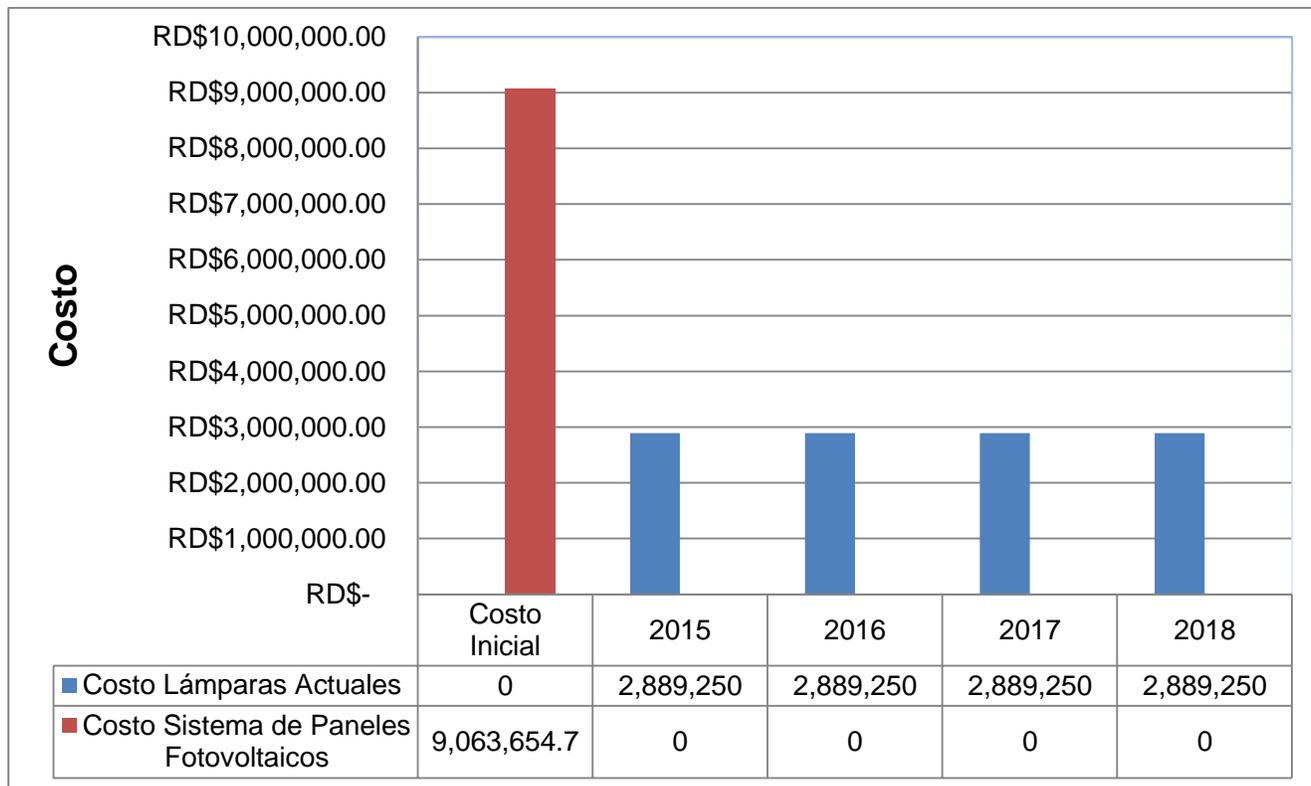
La primera opción que se tiene es dejando las lámparas exteriores actuales y no colocar el sistema, estas seguirán teniendo su consumo energético de 272,354.40KWH y el gasto mensual habitual aproximado de RD\$240,770.80.

Para la segunda opción se calculó solamente cambiando el sistema de iluminación por el de las luces LED y pagando el consumo que generan este tipo de lámparas.

Y para la última opción se tiene que si se sustituyen las lámparas exteriores actuales por lámparas LED, tendrían un consumo aproximado de 119,063.52KWH por lo que el diseño de los paneles en base a este consumo que es mucho menor que con las lámparas actuales tendría un costo aproximado de USD\$144516.13 que a la tasa del dólar de hoy serian RD\$6,452,645.16 con instalación solamente utilizándose 280 paneles de 255W los cuales requerirán un área de solamente 630 m2. La segunda opción con el costo de la sustitución de las lámparas LED tendría un costo inicial total de RD\$9,063,654.76 (Ver Tabla 2 y Gráfica 2).

Partidas	Costos
Costo inicial de los paneles fotovoltaicos con las lámparas LED.	RD\$6,452,645.16
Costo inicial de las lámparas LED.	RD\$2,611,009.60
Costo inicial total de los paneles fotovoltaicos incluyendo el costo de las lámparas LED	RD\$9,063,654.76

Tabla 2 Costo inicial de los paneles con las diferentes opciones, las lámparas actuales y las lámparas LED.



Gráfica 2 Gráfico que muestra el costo inicial de los paneles fotovoltaicos y el gasto anual de las lámparas exteriores actuales de la UNPHU y lo que se pagará los siguientes años instalando los paneles con las lámparas LED.

La UNPHU puede optar por un préstamo a una tasa de un 1% mensual y analizar ambas opciones para ver cuál es más factible. (Ver Tabla 3).

	Opción.	Tiempo del préstamo
Recuperación de la inversión instalando los paneles fotovoltaicos con las lámparas LED.	Préstamo del costo inicial a un 1% mensual.	5 años.

Tabla 3 Tiempo del préstamo en el cual se saldaría el costo inicial del proyecto.

Con esta inversión la universidad se economizaría de gasto energético mensual de RD\$240,770.80 pesos sin incluir el mantenimiento que se le da a las lámparas exteriores actuales.

Analizándose las opciones por el método CAUE ambas alternativas por un lapso de 25 años, se tiene que para la opción de dejar el sistema actual como está, tomando en cuenta el gasto mensual que se tiene por las lámparas actuales el resultado final que se obtiene del CAUE es de RD\$-22,860,357.1, al ser negativo inmediatamente se descarta esa opción.

Por la opción de cambiar el sistema de iluminación actual por el de lámparas led sin la instalación de los paneles fotovoltaicos, pagándose mensual el consumo de estas lámparas LED el valor que se obtiene del CAUE es de RD\$10,255,623.87, con este resultado se muestra que esta opción es más factible que la anterior.

Para la última opción que se plantea es la de cambiar el sistema de iluminación por luces LED y la de colocar los paneles fotovoltaicos con el sistema de iluminación LED optándose por un préstamo a 5 años a una tasa de 1% mensual, se logra adquirir un valor del CAUE para esta opción de RD\$13,796,702.34, por lo tanto claramente se ve que esta es la opción más rentable para este proyecto.

Aparte de lo económico en lo que concierne al impacto ambiental se muestra la eliminación de los principales contaminantes con los que trabajan las plantas energéticas de la República Dominicana.

Llevándose a cabo el proyecto dejarían de producirse por las energéticas anualmente 272,354.40KWH, con este ahorro de energía se eliminarían según el SENI la emisión de 173.31 toneladas de CO₂ que proceden del Fuel Oil No.2 y No. 6, también en aproximación se estarían eliminando 64.82 kilogramos de NO_x y 89.33 Kg de SO₂ se eliminarían.

Conclusión

Con la implementación de paneles fotovoltaicos la UNPHU lograría una reducción aproximada de un 9.78% de los gastos económicos de energía eléctrica viéndose que mensualmente tiene un gasto promedio de RD\$2,461,022.33 de lo cual RD\$240,770.80 se le atribuye a las lámparas exteriores, esto representa un 9.78% de total. Por lo tanto la universidad tendría un ahorro económico promedio mensual de RD\$240,770.80.

La universidad podría optar por un préstamo a una tasa de un 1% mensual a 5 años.

El costo inicial a los 5 años estaría saldado y ya que los paneles tienen garantía de 25 años se puede decir que obtendríamos como mínimo 20 años de energía gratis en cuanto a lo que son las lámparas exteriores lográndose un gran ahorro.

En relación a lo que tiene que ver con el impacto ambiental, por el ahorro energético obtenido, se estaría eliminando la emisión de 173.31 Ton de CO₂, 64.82 Kg de NO_x y 89.33 Kg SO₂ anualmente.

Con el cambio de las lámparas por el de iluminación LED se logra obtener un diseño más económico referido a la cantidad de paneles requeridos. Por otra parte el sistema LED es un sistema ecológico libre de mercurio, fósforo y tungsteno, es de menor consumo y mayor duración de vida con una calidad de iluminación más eficiente que cualquier otro sistema y no emiten calor como lo hacen cualquier otro tipo de iluminación mencionando que tampoco emiten luz ultravioleta.

Sobre el mantenimiento, el sistema de los paneles en comparación con el actual es el mantenimiento es prácticamente nulo.

Bibliografía

- 9, E. (s.f.). *weebly.com*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2014, de weebly.com: <http://paneles-inv-solares-equipo9.weebly.com/marco-teorico.html>
- Atom. (2 de Febrero de 2012). *Paneles Fotovoltaicos Blogspot*. Recuperado el 30 de Octubre de 2014, de <http://paneles-fotovoltaicos.blogspot.com/>
- Ciencia-educación. (15 de Agosto de 2010). *taringa.net*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2014, de taringa.net: <http://www.taringa.net/post/ciencia-educacion/6593306/Como-Funcionan-los-Paneles-Solares.html>
- Conermex. (- de - de 2011). *conermex.com.mx*. Recuperado el 26 de Diciembre de 2014, de conermex.com.mx: <http://www.conermex.com.mx/informacion-de-interes/los-sistemas-fotovoltaicos.html>
- erenovable. (26 de Abril de 2012). *erenovable.com*. Recuperado el 21 de Diciembre de 2014, de erenovable.com: <http://erenovable.com/como-funcionan-los-paneles-solares/>
- Herrera, J. A. (2014). *Administración Empresas de Construcción*. En J. A. Herrera, *Administración Empresas de Construcción* (pág. 202). Lulu.
- Mundoled. (2013). *mundoled.com.do*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2014, de mundoled.com.do: <http://www.mundoled.com.do/ventajas-led/>
- Solar, A. (2012). *The Energy Innovations Company*. Recuperado el 23 de Diciembre de 2014, de <http://www.amt-solar.com/index.php/es/fotovoltaica/energia-fotovoltaica>
- Solar, E. (19 de Noviembre de 2013). *energiasolar.mx*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2014, de [energiasolar.mx: http://www.energiasolar.mx/ventajas/ventajas-y-desventajas-energia-solar.html](http://www.energiasolar.mx/ventajas/ventajas-y-desventajas-energia-solar.html)
- Tecnoentusiastas. (30 de Mayo de 2012). *Tecnología y Educación*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2014, de Tecnología y Educación: <http://www.tecnologiayeducacion.com/%C2%BFque-es-luz-led/>

Anexos



Ilustración 4 Bulbo Led de 30W recomendado para utilizarse en vez de los de bajo consumo de 65W y las lámparas de mercurio de 175W.



Ilustración 5 Bulbo Led que sustituiría las lámparas del jardín.



Ilustración 6 Lámpara led de calle de 120W recomendada para sustituir las lámparas de vapor de sodio de 250W.



Ilustración 7 Campana Led de 200W que sustituiría las de 400W.



Ilustración 8 Proyecto solar más grande del país llevado a cabo por la compañía Trace Solar.



Ilustración 9 Tarjetas que de cada lugar que se visitó durante se recolectaban los datos y se hacía el diseño de esta investigación.

TECNOELITE SRL

Fecha 12-ene-2015
Página 1

- Santo Domingo Lorenzo Despradel #5, Los Prados
- Tel.: 809-563-5726, 809-533-089
- Ave. 27 de Febrero #326, Entre Defillo y Churchill
- Tel.: 809-620-2404
- Bávaro Plaza Tres Center
- Tel.: 829-554-6730, 809-552-1352
- Santiago Plaza Bella Terra Mall, 2do Nivel
- Tel.: 809-583-1122, 829-554-6729
RNC 130169446

Nro.
3380

COTIZACIÓN

Propuesto a:
Rafael González
Tel.: 809-699-5719

Enviado a:
Joel Henríquez
Tel.: 809-542-
5992

Santo Domingo

Santo Domingo

Enviar: Términos: Contado Vendedor: MAVRA AQUINO
Referencia:

Código producto	Descripción del producto	Cantidad	Unidad	Precio Unit. RD\$	Subtotal RD\$
2017	BULBO B55 AP 7 W E27 CW 110V	58.00	Und.	200.00	\$11,600.00
5050	BULBO B22 AP 30 W E27 CW 110V	165.00	Und.	610.00	\$100,650.00
2134	BULBO AP B50 5W 100/265V CW	41.00	Und.	170.00	\$6,970.00
2023	CAMPANA LED 500W CW 120-240V	39.00	Und.	45,000.00	\$1,755,000.00
5139	CAMPANA LED 200W CW 120-240V	2.00	Und.	23,000.00	\$46,000.00
5181	LAMPARA LED CALLE 120W STL B 90/264V CW	15.00	Und.	19,500.00	\$292,500.00

Subtotal: \$2,212,720.00

GARANTIA: UN AÑO ***

ITBIS: \$398,289.60

TOTAL RD\$: 2,611,009.60

DOS MILLONES SEISCIENTOS ONCE Y MIL NUEVE CON 60/100

mavraaquino

Tabla 4 Cotización de las lámparas exteriores en LED (Mundo LED S.R.L. 2015).