

Universidad Acción Pro Educación y Cultura



Decanato de Ingeniería e Informática  
**Escuela de Ingeniería**

Tesis de Grado para Optar por el Título de:  
**Ingeniero Eléctrico Mención Potencia**

**“PROPUESTA TÉCNICO – ECONÓMICA PARA LA REDUCCIÓN DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA EN LA EMPRESA EDWARDS LIFESCIENCES EN NAVE 15,  
MEDIANTE ENERGÍA RENOVABLE CON FOTOCELDAS UBICADA EN EL PARQUE  
INDUSTRIAL PIISA, MUNICIPIO HAINA, S.C. 2016”**

Distrito Nacional

República Dominicana

Noviembre 2016

Todos los derechos contenidos en el presente trabajo son de la responsabilidad de lo (s) autor (es).

## AGRADECIMIENTOS

### **Agradecimientos Jessy Gabriel Ayala Boissard**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado en todo el trayecto de mi carrera, por ser mi fortaleza, mi apoyo, mi luz y mi camino en momentos de debilidad, por darme la fe y los conocimientos para lograr este anhelado objetivo.

A mis padres Felix Adolfo Ayala y Germania Boissard, por darme su apoyo en todo momento, por los valores que me han inculcado, por la oportunidad de tener una buena educación. Gracias por ser un excelente ejemplo de vida a seguir, por enseñarme que no importa de dónde provengas para lograr tus objetivos, por formar parte de mi desarrollo profesional. Gracias a ustedes soy un hombre trabajador, responsable y con valores. A cada miembro de mi familia que de una manera u otra me alentó a continuar estudiando y luchando para lograr este objetivo.

A mis hermanos Rossy E. Ayala Boissard y Gustavo A. Ayala Boissard por siempre brindarme una mano amiga cuando los necesite.

A mis compañeros de carrera Osias Feliz, Yan carlos Lora, Santiago Rincón, Francisco Griffin, Otto Daniel, Daniel Colon y por todo aquel que ha portado un granito de arena en todo este trayecto.

A mis compañeros de trabajo de grado Henry Alonzo y Radycel Cuello, por haber estado hay en cada una de las materias que logramos pasar juntos con gran esfuerzo y esmero.

A mi asesor de tesis el ingeniero Francisco Sánchez, que con su experiencia e interés nos ayudó a realizar un buen trabajo de Grado.

## **Agradecimientos Henry Alonzo Vallejo**

En primer lugar, debo dar gracias a Dios, por brindarme las fuerzas para seguir adelante, por permitirme vivir, por disfrutar cada segundo de vida al máximo junto a mis seres queridos y guiarme por senderos de justicia.

Este trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión del Ing. Francisco Sánchez, a quien le expreso mis agradecimientos por hacer posible la realización de este estudio.

A mis padres Vinicio Alonzo y Esperanza Vallejo, a quienes les debo la vida por traerme a este mundo y enseñarme como vivir de un modo justo y correcto, por amarme sin esperar nada a cambio, por luchar a mi lado siempre, por enseñarme todo lo que se y forjarme como un hombre de bien. Le doy gracias a mi querida abuela Ana Kaona Carrasco que, aunque ya no esté presente, su recuerdo se mantiene con vida en mi corazón y sé que estaría orgullosa de mí en este momento. Les doy las gracias a mis queridos hermanos Eliseo Alonzo y Kaonex Alonzo, por ser mis grandes ejemplos y siempre estar ahí en el momento más necesario para brindarme su mano y ayudarme a permanecer en pie ante cualquier adversidad. Gracias julio Alonzo quien ha sido como un padre para mí, por ser una de las personas más capaces que he visto y enseñarme algo siempre en cada conversación. Gracias a Cheryl Liranzo, por ser esa compañera ideal y ayudarme a realizar todas las metas que me proponga. Gracias a todos mis compañeros que siempre estuvieron conmigo en este largo camino hacia la profesionalidad.

## **Agradecimientos Radycel Cuello Suero**

Agradezco a Dios por darme la vida, el sustento, la fuerza y la sabiduría que me han permitido llegar a donde estoy, por ser mi fortaleza en momentos de debilidad y la luz en mi camino.

Le doy gracias a mis padres Petra Milagros Suero Pérez y Julio Cesar Cuello Cabrera, por apoyarme en todo momento, por inculcarme valores y una excelente educación en todo el transcurso de mi vida que me han convertido en un hombre de bien que hoy en día soy. Gracias.

A mi hija Rachell Sofía porque desde que naciste te convertiste en mi todo, cada paso que doy es por ti.

A mis hermanos Kirsy Berenice, Osarys M. Cuello, Junior Ramírez y Julio Cuello, por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

A mi esposa Emely Rodríguez, por siempre impulsarme a seguir y haberme apoyado en cada paso que he dado desde el momento que llegaste a mi vida.

A mis compañeros de tesis Henry Alonzo y Jessy Ayala por estar en todos y cada uno de los momentos en la universidad, esforzándose por que podamos cumplir con nuestra meta. Gracias compañeros

Les agradezco a mis compañeros de la universidad Carlos Vilorio, Otto, Jean Carlos, Rodolfo, Osias Felix, Griffin, Santiago Rincón, Vladimir, Jairon, Pozo por haber estado hay en cada una de mis clases apoyándonos unos a otros para lograr que nadie se quede atras.

Gracias Ingenieros Melquicedec Vásquez y Ana Casilla, por su cooperación para afianzar mis conocimientos y siempre estar dispuestos a brindarme su ayuda en los momentos que los solicite.

## RESUMEN

Uno de los principales retos que presentan hoy en día las empresas en sentido general son los altos costos de la energía eléctrica. El mal manejo de los equipos eléctricos conlleva al consumo innecesario de energía.

La empresa Edwards Lifesciences es el líder mundial en lo que se refiere a válvulas cardíacas y control hemodinámico. Cuenta con una sede en el parque PIISA, Haina Republica Dominicana, posee 2 naves, la nave 11 y nave 15, las cuales tienen un consumo de energía mensual de aproximadamente 668,420 kWh, concentrándose la mayor parte en la nave 15 con un consumo aproximado de 656,956.80 kWh.

Por medio a un exhaustivo levantamiento realizado, se confirmó la situación actual del consumo de energía de la nave 15 en la empresa Edwards Lifesciences, de esta forma se obtienen los datos de consumo, usos, tipos de equipos utilizados, puntos débiles donde es necesario efficientizar el uso de la energía. A raíz de estos levantamientos se identificó la necesidad de cambio de las luminarias convencionales por sistema más eficientes como son las luminarias LED, por su bajo consumo, mayor luminosidad y su extensa vida útil en comparación con las lámparas convencionales 5 es a 1. Para esta migración se debe hacer una inversión inicial de RD\$ 1, 075,178 que serán recuperados en 3 meses debido a la reducción del consumo que este proyecto implica.

La propuesta de inversión de un sistema fotovoltaico para que la nave 15 inyecte energía a la RED, está limitado por la disponibilidad de espacio para la instalación

de una mayor cantidad de paneles solares, solo es posible la instalación de 1925 paneles con una generación anual de 996,150 kWh. Se realizará una inversión de RD\$46.401.914,64 para la generación fotovoltaica que se recuperara en 12 años.

Se realizó un análisis económico a fin de determinar la viabilidad del proyecto, y a su vez se cuantificó los beneficios al medio ambiente, con la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) asociados con la potencial reducción de consumo de energía anual.

# TABLA DE CONTENIDO

	Paginas
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>i</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>vi</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xv</b>
<b>CAPITULO I: EFICIENCIA ENERGETICA Y ENERGIA LIMPIA .....</b>	<b>1</b>
1.1 Sector Eléctrico Dominicano.....	1
1.1.1 Capitalización del Sistema Eléctrico Nacional .....	2
1.1.2 Proceso de capitalización.....	3
1.1.3 Estructura del sector post capitalización.....	4
1.1.4 Descripción de la situación económica que dio lugar a los contratos del Arreglo de Madrid.....	4
1.2 Eficiencia Energética.....	6
1.2.1 Eficiencia energética en República Dominicana.....	8
1.2.2 Barreras para la implementación de programas de eficiencia energética en la República Dominicana .....	9
1.3 Planteamiento de estudio de la eficiencia Energética.....	12

1.3.1 Instrumentos de Medidas Eléctricas .....	13
1.3.2 Máxima Demanda.....	14
1.4 Energía Renovable. ....	15
1.4.1 Energía Limpia .....	15
1.5 Radiación Solar.....	16
1.5.1 Efecto Fotovoltaico .....	18
1.5.2 La energía solar fotovoltaica.....	19
1.5.3 Funcionamiento .....	19
1.5.4 Tipologías de instalaciones solares fotovoltaicas .....	20
1.5.5 Instalaciones solares conectadas a red.....	21
1.5.6 Tipos de paneles solares fotovoltaicos .....	21
1.5.7 Ventajas e inconvenientes de la Energía Solar Fotovoltaica .....	22
1.6 Normas de Manejo de Energía .....	23
1.6.1 ISO 50001 .....	23
1.6.2 Funcionamiento de ISO 50001 .....	24
<b>CAPITULO II: ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE MEDICIONES.....</b>	<b>27</b>
2.1. Area a analizar.....	27
2.1.1 Parque industrial PIISA.....	27
2.2 Edwards Lifesciences. ....	28
2.2.1 Categorías de productos .....	29

2.2.2 Edwards Lifesciences DR nave 15 .....	29
2.2.3 Consumo Mensual de Energía .....	44
2.3 Calculo Monetario de Energía Eléctrica Mensual .....	45
<b>CAPITULO III: ANALISIS Y PROPUESTAS DE EFICIENCIA ENERGETICA ....</b>	<b>48</b>
3.1 Propuesta Energética en el Sistema de Iluminación.....	48
3.2 Análisis económico de la propuesta energética del sistema de iluminación	49
3.3 Análisis medioambiental de las propuestas de eficiencia energética.....	52
3.3.1 Evaluación medioambiental de la propuesta de eficiencia energética en el sistema de iluminación.....	53
3.4 Modulo fotovoltaico .....	55
3.5 Inversor DC-AC.....	56
3.6 Procedimiento de instalación sistema fotovoltaico.....	57
3.7 Diseño de instalación.....	60
3.8 Análisis financiero propuesta instalación de paneles solares .....	61
3.9 Cotización de proyecto .....	62
3.10 Energía eléctrica propuesta con paneles fotovoltaicos .....	63
3.10.1 Costo de la energía producida por generación fotovoltaica .....	63
3.10.3 Indicador valor presente neto (VPN).....	64
3.10.4 Indicador tasa interna de retorno (TIR).....	65
3.10.5 Método de la relación beneficio- costo .....	66

3.11 Financiamiento del proyecto   .....	67
3.11.1 Ganancia de la propuesta sistema fotovoltaico .....	68
3.12 Evaluación medioambiental de la propuesta sistema fotovoltaico conectado a la RED. ....	70
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>71</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>74</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>75</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>77</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>79</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Páginas</b>
Figura 1. Esquema General de Eficiencia Energética Eléctrica .....	13
Figura 2. Analizador de redes y los distintos accesorios.....	14
Figura 3. Energía limpia .....	16
Figura 4. Componentes de la radiación solar terrestre .....	17
Figura 5. Mapa solar Republica Dominicana .....	18
Figura 6. Planta de energía nuclear .....	25
Figura 7. Sistema de Gestión de la Energía.....	26
Figura 8. Grafica de distribución de Empresas por Sectores. ....	28
Figura 9. Consumo mensual energía (KWH/MES).....	45
Figura 10. Cuadro Tarifario SIE .....	46
Figura 11. Información de contrato de energía eléctrica .....	47
Figura 12. Grafica comparativa reducción de KWH / Mes .....	51
Figura 13. Modulo fotovoltaico .....	55
Figura 14. Grafica de máxima producción de energía .....	56
Figura 15. Inversor sunny boy tripower 60 .....	56
Figura 16. Diseño de paneles fotovoltaicos. ....	57
Figura 17. Dimensiones de diseño de paneles fotovoltaicos .....	58
Figura 18. Diseño de instalación de modelos solares .....	60

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales Barreras contra la Eficiencia Energética y Soluciones en la República Dominicana. ....	10
Tabla 2. Sistema de aire comprimido.....	30
Tabla 3. Sistema de bombas de vacío .....	30
Tabla 4. Sistema de enfriamiento.....	31
Tabla 5. Sistema de manejadoras y fan coils.....	33
Tabla 6. Sistema de Agua Potable.....	33
Tabla 7. Sistema de Pest Control.....	35
Tabla 8. Sistema de Ventilación.....	36
Tabla 9. Sistemas Puertas Eléctricas.....	36
Tabla 10. Cuarto Limpio.....	41
Tabla 11. Sistema de Luminaria.....	42
Tabla 12. Sistema Aire Acondicionado (A/A) .....	42
Tabla 13. Laboratorio .....	43
Tabla 14. Área de Lavandería.....	43
Tabla 15. Equipo de Oficina .....	44
Tabla 16. Total de Carga en nave 15.....	44
Tabla 17. Reducción en consumo de luminarias.....	49
Tabla 18. Inversión en lámparas LED e Interruptor de movimiento. ....	51
Tabla 19. Factores económicos relevantes del proyecto de iluminación LED propuesto. ....	52
Tabla 20. Tabla de datos para análisis financiero .....	61

Tabla 21. Costo del proyecto sistema fotovoltaico .....	63
Tabla 22. Financiamiento del proyecto .....	68
Tabla 23. Ganancia del sistema fotovoltaico.....	69

## INTRODUCCIÓN

La generación masiva de electricidad comenzó cuando, a finales del siglo XIX, se extendió la iluminación eléctrica de las calles y las casas. Gracias a sus grandes ventajas y sus crecientes aplicaciones, la electricidad fue uno de los motores fundamentales en la Segunda Revolución Industrial.

La energía eléctrica desde sus orígenes hasta la actualidad desempeña un papel vital en el ámbito socio-político y especialmente económico en el que se desarrolla un país.

La Republica Dominicana se ha visto envuelta en una crisis eléctrica por el alto costo de producción de la energía eléctrica, debido a que gran parte de las centrales eléctricas funcionan con fuel Oil. Es así, que, a partir del 1973, estos inconvenientes afectaron negativamente a la transmisión, producción y suministro energético a los clientes finales, afectando todas las actividades productivas de la nación.

Debido al alto costo de venta de la energía eléctrica en la Republica Dominicana los empresarios se han visto en la obligación de emprender una cultura de eficiencia energética para así mitigar las altas facturaciones que golpean diariamente a las diferentes organizaciones. Con los avances tecnológicos en el área de la ingeniería eléctrica y la electrónica, la forma de mitigar el impacto de los altos consumos se ha vuelto más fácil y asequible. La mayoría de los proyectos eléctricos deben contemplar la parte de la eficiencia energética lo cual logra

reducir grandes cantidades de dinero, aunque quizás no en el momento de la terminación del proyecto, pero con el paso de los años los beneficios son notables.

Los métodos para hacer un plan de eficiencia energética son muchos, dependiendo la problemática que tenga la empresa, un proyecto con el fin de consumir menos energía eléctrica y obtener la misma cantidad de beneficios en la producción de la empresa siempre es algo bueno, ya que, reduce los costos y ayuda al medioambiente.

Esta propuesta pretende, elaborar un método de reducción de consumo de energía eléctrica en la empresa Edwards Lifesciences en nave 15, mediante variados procedimientos, siguiendo diversas normativas establecidas por las autoridades competentes en el país y/o normativas internacionales, adecuadas a los roles de producción de Edwards Lifesciences nave 15.

A los fines de alcanzar el objetivo propuesto se realizarán las siguientes tareas:

1. **Estudio preliminar:** Etapa que define la idea, conocer todas las necesidades de la empresa, definir las ventajas y desventajas de esta propuesta y plantear una alternativa de reducción de costo.
2. **Ante proyecto:** Profundiza la parte de ingeniería, en la opción que la empresa en aspectos técnicos y económicos considere como la más favorable y conveniente. Se realizarán metodologías de eficientización al personal, cambios de equipos y maquinaria de trabajo, planos preliminares, presupuesto estimado y detalles esquemáticos que definan la solución del problema.

3. **Proyecto Definitivo:** visualiza la propuesta de forma tal que incluye las especificaciones de los métodos a implementar para la reducción de consumo de energía eléctrica.
4. **Aspectos Técnicos.** Trabajos de ingeniería para elaborar los diseños, especificaciones y presupuesto de la obra, comprende todo aquello que tiene relación con el funcionamiento y operatividad del proyecto en el que se verifica la posibilidad técnica de fabricar el producto o prestar el servicio, y se determina el tamaño, localización, los equipos, las instalaciones y la organización requerida para realizar la producción.
5. **Impacto Ambiental.** Analiza como el proyecto o servicio pueden influir en mejoría o menoscabo al medio ambiente, permite determinar si el proyecto o actividad se hace cargo de los efectos ambientales que genera, mediante la aplicación de medidas de mitigación, y/o compensación.
6. **Análisis Financiero del Proyecto.** El análisis financiero determina la viabilidad del proyecto y es la base para decisión de ejecutar o no la propuesta.

Este trabajo de grado abarca 4 capítulos los cuales forman parte del cuerpo del mismo. El capítulo I incorpora la información de la empresa Edwards Lifesciences. En el capítulo II tendremos las mediciones correspondientes al consumo en nave 15 y se describirá cada paso y equipo a utilizar. En el capítulo III se diseñará el sistema de reducción de consumo de energía eléctrica a utilizar en esta propuesta. Por ultimo en el capítulo IV se comprobará el funcionamiento del diseño utilizado y el alcance de los objetivos obtenidos.

# **CAPITULO I: EFICIENCIA ENERGETICA Y ENERGIA LIMPIA**

## **1.1 Sector Eléctrico Dominicano.**

El origen del sistema eléctrico dominicano se remonta al año 1894 cuando se iniciaron los aprestos para la instalación del primer generador eléctrico en el país.

Para tales fines, fue suscrito un contrato entre el señor Emilio C. Joubert, quien luego fue embajador dominicano en Estados Unidos y la Edison Spanish Colonial Light Company incorporada en Nueva York dos años antes y que controlaba las patentes de alumbrado eléctrico del inventor Tomas Alva Edison para Cuba, Puerto Rico, República Dominicana y otras colonias españolas.

En 1928 el presidente Horacio Vásquez emitió un decreto donde permitía que la empresa Stone & Western creara la Compañía Eléctrica de Santo Domingo, que instaló plantas eléctricas, redes de transmisión y distribución, dando inicio al proceso de interconexión del sistema eléctrico nacional. El decreto número 964 permitió instalar la primera línea de transmisión interprovincial que conectó Santo Domingo con San Pedro de Macorís.

Por razones personales, en el año 1952, Trujillo solicitó al Congreso Nacional la revisión del contrato de concesión suscrito por la Compañía Eléctrica de Santo Domingo y el gobierno dominicano. La revisión y posterior rescisión de dicho contrato fue bajo el alegato de ajustarlo “a los mejores intereses del pueblo”. En diciembre del 1954 se aprobó la ley 4018 que declaró de alto interés nacional la adquisición por parte del Estado de la compañía eléctrica; y en enero del 1955 se

produjo el primer punto de inflexión del sector eléctrico al traspasar la propiedad privada al sector público. La ley 4023 del 11 de enero facultó la Comisión de Fomento para la Adquisición de Empresas de Servicio Público que pasó a llamarse Corporación Dominicana de Electricidad (CDE).

Durante los 60 años transcurridos desde la instalación de la primera planta eléctrica hasta enero del 1955, el servicio eléctrico era visto como un negocio, situación que permitía la sostenibilidad financiera y el servicio continuo. En ese periodo las redes se expandieron a 16 provincias y la satisfacción del servicio estuvo acorde a las exigencias de un régimen dictatorial que difícilmente hubiese permitido un servicio eléctrico deficiente en manos privadas. (Milton Morrison, 2014) Listín Diario.

### **1.1.1 Capitalización del Sistema Eléctrico Nacional**

Conforme a lo estipulado en el artículo Evolución del Sistema Eléctrico Dominicano, publicado por Marcos Cochón (2013) este señala que; el marco legal existente previo a la capitalización se sustentaba en la ley orgánica de la Secretaria de Estado de Industria y Comercio, una ley que no se refería de manera extensa a la industria eléctrica, sino que enfocaba el tema de la energía concentrándose en los combustibles. Por ese motivo, el marco legal de referencia institucional existente era la ley orgánica de la antigua CDE, la cual era juez y parte, ya que se regulaba a sí misma, tomaba las decisiones de inversión y tomaba las decisiones de regulación en lo concerniente a calidad y precios del servicio. No existía ninguna institución distinta a la CDE que velara de manera independiente por los temas de calidad y precios, no existía un marco regulatorio

formal para las relaciones entre suplidores y consumidores, desde ese punto de vista los consumidores eléctricos eran cautivos de un suplidor único.

### **1.1.2 Proceso de capitalización.**

Conforme a lo estipulado en el artículo Evolución del Sistema Eléctrico Dominicano, publicado por Marcos Cochón (2013) este señala que; Inicialmente, en la Republica Dominicana se comenzó a trabajar un proceso de reforma estructural del sector eléctrico y de las empresas públicas que no contemplaba la capitalización como mecanismo de inserción del capital privado. Los trabajos se iniciaron con la redacción de un nuevo marco legal e institucional para la industria eléctrica sin poner énfasis en el proceso de inserción de capital en sí mismo. A final del año 1992 se contrataron los servicios de cuatro profesionales chilenos de muy alto nivel y vasta experiencia (un abogado, dos ingenieros y una economista) con la asistencia técnica del BID. Con dichos consultores se trabajó durante la primera mitad del 1993 y para inicios del tercer trimestre de 1993 ya se contaba con el primer borrador completo del anteproyecto de la ley general de electricidad. Ese documento se discutió posteriormente en el seno de la Comisión Nacional de Energía creada por Decreto en aquel entonces, que concluyó los trabajos de elaboración final del proyecto que se presentó al Congreso en diciembre del 1993.

El Congreso Dominicano instruyó al Poder Ejecutivo que llevara adelante el proceso de licitación respetando los procedimientos y plazos establecidos, pero le negó al proceso de capitalización el contar con herramientas accesorias que podían influir positivamente en la motivación de los potenciales inversionistas,

como era la Ley General de Electricidad, con cuya aprobación previa los resultados obtenidos hubieran sido todavía más positivos para el país.

### **1.1.3 Estructura del sector post capitalización.**

Conforme a lo estipulado en el artículo Evolución del Sistema Eléctrico Dominicano, publicado por Marcos Cochón (2013) esta señala que; La estructura del sector post capitalización fue bien sencilla porque los trabajos técnicos ya estaban terminados. Resultaron tres empresas distribuidoras, todas de capital mixto y en cuanto a la generación, resultaron dos empresas de generación térmica de lo que anteriormente era la CDE térmica, ambas de capital mixto. Asimismo, las anteriores empresas generadoras privadas que tenían contratos con la CDE (los IPPs) siguieron operando como generadoras 100% de capital privado; algunas de ellas pasaron casi inmediatamente al mercado, otras pasaron al mercado con posterioridad y hoy en día solo dos empresas generadoras se mantienen con contratos directos con CDEEE. Todas las demás empresas generadoras incluyendo las capitalizadas de Ege-Haina e Itabo tienen contratos directamente con las empresas distribuidoras. Tanto la empresa de transmisión eléctrica como la empresa de generación hidráulica conformadas como parte del esquema de la estructuración industrial que se definió para la capitalización, se mantienen 100% públicas.

### **1.1.4 Descripción de la situación económica que dio lugar a los contratos del Arreglo de Madrid.**

Conforme a lo estipulado en el artículo Evolución del Sistema Eléctrico Dominicano, publicado por Marcos Cochón (2013) este señala que; Desde Agosto

de 1999, cuando el sector privado asume el control de las empresas distribuidoras, todo el año 2000 y la primera parte del 2001, las compañías distribuidoras estuvieron consumiendo su capital de trabajo a una velocidad mucho mayor de lo que inicialmente habían proyectado los modelos financieros tanto de las propias empresas al momento de financiarse, como del Estado Dominicano al momento de la capitalización.

Esa situación tuvo su origen en el incremento del precio de los combustibles en el periodo 1999 – 2001, a la falta de ajuste tarifario, la no entrega a tiempo y completa del subsidio que dicha intervención tarifaria conllevaba y al hecho de que no se comenzara a atacar el tema del fraude de manera directa como debió hacerse inmediatamente desde septiembre de 1999. La falta de apoyo político del Gobierno a las distribuidoras fue notoria cuando la opinión pública comenzó a atacarlas cuando éstas intentaron iniciar sus estrategias para la eliminación del fraude y el hurto de electricidad en los primeros meses del año 2000. Ante esta situación los inversionistas pidieron al Gobierno su apoyo político para contrarrestar a la prensa y a todo el orden institucional nacional que les impedía hacer su trabajo para acelerar la recuperación de las empresas. Pidieron al Poder Ejecutivo que enviara la señal clara de que la eliminación del fraude eléctrico era un compromiso de Nación lo cual no sucedió y parece que todavía no sucede. La capitalización sucedió en República Dominicana al mismo tiempo que se dieron procesos de privatización en los países de Centro América.

En el caso dominicano, la voluntad política de apoyar a las distribuidoras a hacer su trabajo no ha estado presente, y eso trajo como consecuencia que las tres

empresas distribuidoras capitalizadas están hoy otra vez en manos del Estado Dominicano. Ahora bien, hubo un intento por parte de las distribuidoras privadas de salvar la situación. Y es lo que se conoce como los Acuerdos de Madrid. Ante la situación de pérdida acelerada de su capital de trabajo y la falta de apoyo político por parte del Gobierno para ajustar tarifas y combatir el fraude, las distribuidoras solicitaron que entonces se les definiera un esquema en el cual pudieran adquirir la energía más barata de los generadores siempre que se respetara la estructura tarifaria. El Gobierno propuso a las empresas generadoras modificar los contratos de venta de energía existentes en 2001 de forma tal que redujeran sus precios de corto plazo a cambio de una extensión de plazo, manteniendo su mismo valor presente neto. Con esa medida las distribuidoras tendrían un respiro en el corto plazo y podrían seguir operando. La idea no era del todo equivocada, pero sucedió algo que no había sido considerado: La crisis bancaria de 2003 con su secuela devaluatoria y la falta de cumplimiento de los ajustes tarifarios ante la devaluación. Esa fue la gota de agua que se derramó, determinando la salida de los operadores privados de las distribuidoras dominicanas.

## **1.2 Eficiencia Energética.**

El crecimiento y desarrollo de las sociedades y países trae consigo el aumento de su demanda energética. El desafío del mundo actual consiste en lograr que la minería, las industrias, las empresas, el sector público, comercial y residencial hagan un uso responsable de la energía.

Sabemos que la energía utilizada en el mundo se produce a partir de recursos renovables y no renovables. Pero la mayor cantidad de energía consumida hoy en día proviene de fuentes no renovables, como el petróleo, carbón y gas natural, cuya utilización produce efectos medioambientales negativos. Por ello, se hace urgente reducir nuestro nivel de dependencia de este tipo de combustibles. Para lograrlo, es fundamental buscar medios de acceso a energías más limpias, pero también aprender a utilizarla de forma eficiente y responsable.

Si consideramos que al bajar el consumo energético disminuye la necesidad de construir nuevas fuentes de generación, podemos decir la eficiencia energética es la fuente de energía más limpia, segura y económica.

El uso eficiente de la energía es reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que utilizamos, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios. Usualmente dicha reducción en el consumo de energía se asocia a un cambio tecnológico, ya sea por la creación de nuevas tecnologías que incrementen el rendimiento de los artefactos o por nuevos diseños de máquinas y espacios habitables, los que pueden disminuir la pérdida de energía por calor.

Usar eficientemente la energía, significa también no emplearla en actividades innecesarias y realizar lo que requiramos con el mínimo de consumo posible. Para lograrlo, es fundamental explorar nuevas tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía, alcanzando así un desarrollo sustentable.

El uso eficiente de la energía contribuye a proteger los recursos naturales, disminuyendo, además, el impacto ambiental. Para ello, no solo es necesario

contar con tecnologías eficientes, sino también que los usuarios sean consumidores responsables. Es fundamental fomentar la Eficiencia Energética debido a que es la forma más económica, segura y limpia de utilizar la energía.

### **1.2.1 Eficiencia energética en República Dominicana**

La República Dominicana depende en gran medida de las importaciones de combustibles fósiles para la generación de electricidad.

La Comisión Nacional de Energía es la institución pública del Estado Dominicano con la ordenanza para la promoción y desarrollo de proyectos de Eficiencia Energética (EE). Su objetivo estratégico es lograr que la eficiencia energética y las Energías Renovables (ER) adquieran un creciente protagonismo en el modelo energético del País. CNE es la responsable de dar seguimiento al cumplimiento de la Ley de Incentivo al desarrollo de las Energías Renovables y sus Regímenes Especiales (Ley No.57-07).

La Ley 112-00 de Hidrocarburos instituye un fondo especial para el Desarrollo de Programas de Ahorro de Energía y el fomento de programas de ER. La Ley 57- 07 encarga a la CNE la supervisión y uso transparente de estos fondos.

El enfoque del Plan Energético Nacional es de naturaleza conceptual, en donde se establecieron las líneas estratégicas fundamentales que servirán de guía al sector energético de la República Dominicana en un período de 15 años (2010-2025), incluyendo las acciones encaminadas a promover la eficiencia energética, y que serán las bases para definir y encauzar las políticas del Estado Dominicano para

el sector energético, y establecer el papel del sector privado y los métodos para incentivar su participación.

### **1.2.2 Barreras para la implementación de programas de eficiencia energética en la República Dominicana**

La República Dominicana al igual que otros países en vías de desarrollo, existen numerosas oportunidades de ahorro de energía. Sin embargo, existen considerables obstáculos que deben superarse para poder aprovechar las oportunidades de ahorro a través de la implementación de planes de eficiencia energética.

En la República Dominicana se presentan un conjunto de barreras, que se imponen al desarrollo de medidas de ahorro de energía en todos los sectores de su economía. Estas barreras pueden presentarse en cualquier economía de la región del Caribe, pero otras son muy particulares a la realidad dominicana.

La Agencia de Los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés), en colaboración con la Comisión Nacional de Energía, en noviembre del 2004 elaboró el informe “Estrategia de Eficiencia energética para la República Dominicana” y, en dicho informe se categorizan las barreras de mercado para la República Dominicana en cuatro grupos: Política Gubernamental, Falta de Capacidad, Limitaciones Financieras y Barreras de Mercado. (Gerardo, 2016)

**Tabla 1. Principales Barreras contra la Eficiencia Energética y Soluciones en la República Dominicana.**

Barreras Contra La Eficiencia Energética	Retos Específicos	Solución (→ Acciones Específicas)
<p>Políticas Gubernamentales para Apoyar la Eficiencia Energética.</p>	<p>Históricamente, el compromiso de los Gobiernos con la Eficiencia Energética ha sido poco claro, lo cual ha reflejado en bajos niveles presupuestarios y de personal. Las soluciones de los Gobiernos se han centrado en la solución de suministro y de falta de pago por parte de los clientes finales. Altos aranceles sobre importación de equipos energéticamente eficientes.</p>	<p><b>Iniciativas del sector público y acceso al público.</b></p> <p>→Incorporar la Eficiencia Energética a los planes nacionales y económicos. →Incorporar criterios de Eficiencia Energética a las directivas de compras públicas. →Creación de beneficios y/o incentivos para compras/ inversiones relacionadas con eficiencia energética.</p>
<p>Capacidad: Instituciones y Gobierno capaces de apoyar iniciativas de Eficiencia Energética.</p>	<p>Las entidades del Gobierno encargadas de las actividades de eficiencia energética, están recientemente establecidas y su personal posee poca capacidad para diseñar, supervisar o implementar actividades de Eficiencia Energética. Los Gobiernos municipales poseen aún menos comprensión o capacidad para implementar proyectos de Eficiencia Energética. Los programas universitarios de capacitación sobre eficiencia energética son inexistentes; faltan programas de estudio y equipos. Mínima / inexistente concienciación pública sobre eficiencia energética. Escepticismo del público respecto a las políticas del Gobierno y de las empresas del sector eléctrico. Tradición del no pago de las facturas eléctricas (No existe el incentivo al ahorro)</p>	<p><b>Fortalecimiento de Capacidad.</b></p> <p>→Capacitación. →Desarrollo y diseminación de información específica sobre Eficiencia Energética y de guías técnicas. →Desarrollo de base de datos sobre usos energéticos y proyectos de eficiencia energética. →Desarrollo y diseminación de estudios de casos de estudios de eficiencia energética. →Diseño y promoción de programas de estudio universitarios. →Promoción de la industria ESCOs. →Creación de programas de eficiencia energética en el sector público para empleados públicos (concienciación y compras)</p>

Fuente: Informe “Estrategia de Eficiencia Energética para la República Dominicana”; presentado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés)

**Tabla 1. (Continuación) Principales Barreras contra la Eficiencia Energética y Soluciones en la República Dominicana.**

<b>Barreras Contra La Eficiencia Energética</b>	<b>Retos Específicos</b>	<b>Solución (→ Acciones Específicas)</b>
<b>Limitaciones Financieras</b>	<p>Sector bancario débil. Sector financiero desconoce las opciones de eficiencia energética. Alto costo para las transacciones para proyectos pequeños. Falta de financiamiento con términos adecuados, en especial para las PYMES . Altos costos de inversión (inicial) de capital. No existen directivas claras para el acceso a financiación pública.</p>	<p><b>Iniciativas en los sectores públicos y privados.</b></p> <p>→Diseminación de la información sobre eficiencia energética / capacitación. → Desarrollo de beneficios y/o incentivos impositivos para compras/inversiones relacionadas con equipos de energéticamente eficientes. →Creación/Utilización de fondos dedicados para la eficiencia energética e instrucciones claras sobre cómo acceder a ellos. → Desarrollo de la industria ESCOs.</p>
Iniciativas sobre Eficiencia Energética por el mercado y el sector privado.	<p>Poco conocimiento sobre tecnologías o de estrategias de eficiencia energéticas. Equipos modernos de Auditorías Energéticas no disponibles dentro del país. Poca o deficiente información sobre el mercado regulado para fomentar la participación del sector privado. Limitadas ofertas y demandas de equipos y servicios energéticamente eficientes. Altos costos iniciales.</p>	<p><b>Iniciativas del sector privado.</b></p> <p>→Desarrollo y diseminación de información de folletos técnicos sobre eficiencia. → Capacitación →Campañas de concienciación Publica/Industrial. → Desarrollo de Normas y Códigos sobre Eficiencia Energética. → Demostraciones/ Pilotos. → Transformación del Mercado (compras en grupo)</p>

Fuente: Informe “Estrategia de Eficiencia Energética para la República Dominicana”; presentado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés)

Acuerdo entre la Comisión Nacional de Energía y el Banco Interamericano de Desarrollo

El 08 de julio del año 2010, la Comisión Nacional de Energía firmó un acuerdo de cooperación técnica no reembolsable con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), con el propósito de elaborar un estudio para ejecutar un “Programa Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética en República Dominicana”

El acuerdo contempló tres componentes que sustentan el desarrollo de capacidades institucionales para el aumento de la Eficiencia Energética en los edificios públicos; modernizar las instalaciones eléctricas en el Centro Histórico de Santo Domingo, incluyendo iluminación vial y de semáforos, así como la formación en Eficiencia Energética y cultura de ahorro dirigido a sectores claves de República Dominicana y relacionados al sector energético.

### **1.3 Planteamiento de estudio de la eficiencia Energética.**

Conforme a lo estipulado en el artículo Guía Técnica de eficiencia energética eléctrica, publicado por Jordi Serra (2008) esta señala que; El primer paso para realizar un proceso de eficiencia energética eléctrica es el diagnóstico y auditoría de energía eléctrica. En ella, se va a tomar mediciones de potencia y energía, así como todas las variables necesarias para la toma de decisiones.

Para esto existen dos puntos clave a tener en cuenta:

- ¿Que se pretende obtener en las medidas?
- ¿Qué puntos de medidas son los más adecuados?

## Esquema General de Eficiencia Energética Eléctrica.

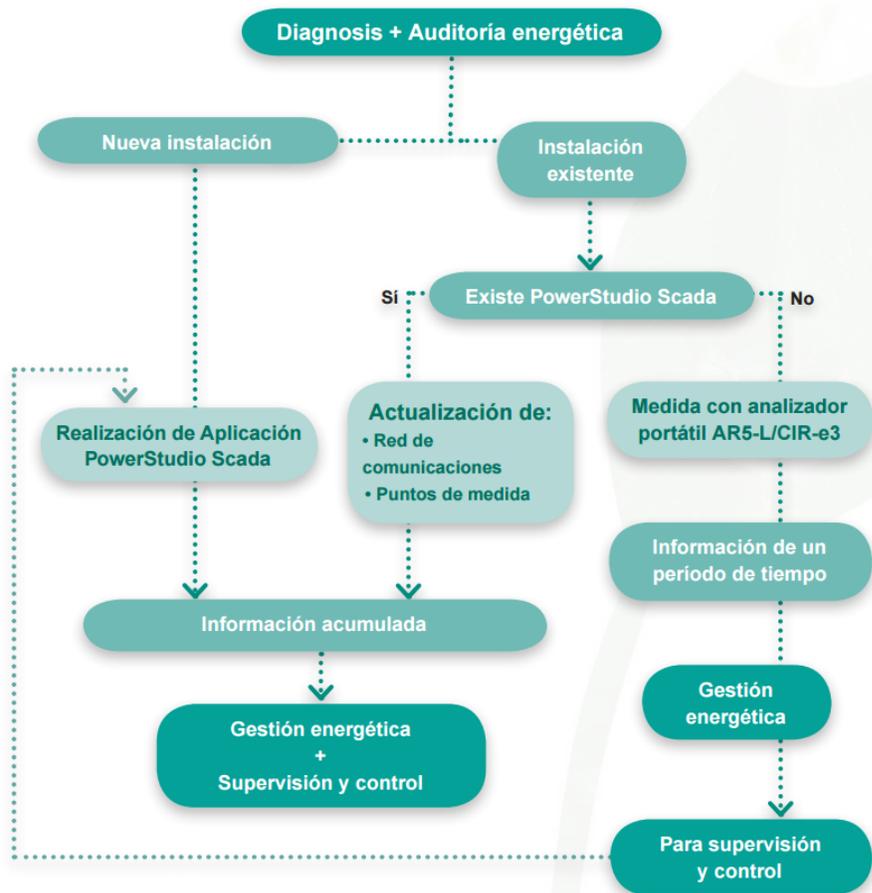


Figura 1. Esquema General de Eficiencia Energética Eléctrica. (Fuente: Guía Técnica de Eficiencia Energética Eléctrica, Jordi Serra, 2008.)

### 1.3.1 Instrumentos de Medidas Eléctricas

- **Analizadores de Redes Eléctricas**

Los analizadores de redes eléctricas son instrumentos de medición que obtienen los diferentes parámetros eléctricos de una red de baja tensión. Los parámetros eléctricos principales son:

- Intensidad en Amperios (A)
- Tensión el voltio (V)
- Potencia Activa (KW)
- Potencia Reactiva (KVAR)

- Factor de Potencia (adimensional)

Deben ser equipos que permitan registrar los datos obtenidos, y así poder realizar un estudio detallado de las magnitudes medidas mediante software en un ordenador. Los equipos adecuados para auditorías energéticas deben ser portátiles y disponen de pinzas amperímetricas y voltímetricas. (Rivas, 2016).



Figura 2. Analizador de redes y los distintos accesorios. (Fuente Guía eficiencia energética, Jordi Serra, 2008)

### 1.3.2 Máxima Demanda

Las facturas eléctricas contienen fórmulas que, en un momento de necesidad, permiten demandar más potencia que la contratada sin tener un corte de suministro debido a la actuación del interruptor de control de potencia.

Se entiende como máxima demanda el valor de potencia máxima solicitado por una instalación acumulada durante un periodo de integración, que corresponde a 15 minutos. El registro de esta demanda lo realiza el maxímetro de los contadores, registrando el valor máximo medido en un mes.

Por tanto, en un estudio de eficiencia energética hay que llevar a cabo la amortiguación de las máximas de potencia. Esto ayudaría a:

- Sistema de distribución de energía eléctrica.

- La reducción de potencia en la factura eléctrica.
- Optimización de la instalación objeto de estudio y reducción del nivel de pérdida.

#### **1.4 Energía Renovable.**

Las Fuentes de energía renovables son aquellas que, tras ser utilizadas, se pueden regenerar de manera natural o artificial. Algunas de estas fuentes renovables están sometidas a ciclos que se mantienen de forma más o menos constante en la naturaleza.

Existen varias fuentes de energía renovables, como son:

- Energía mareomotriz
- Energía hidráulica
- Energía eólica
- Energía solar
- Energía de la biomasa

Las Fuentes de energía no renovables son aquellas que se encuentran de forma limitada en el planeta y cuya velocidad de consumo es mayor que la de su regeneración.

##### **1.4.1 Energía Limpia**

La energía limpia es un sistema de producción de energía con exclusión de cualquier contaminación o la gestión mediante la que nos deshacemos de todos los residuos peligrosos para nuestro planeta. Las energías limpias son, entonces, aquellas que no generan residuos.



*Figura 3. Energía limpia (Fuente [www.periodistasamigosdelplaneta.com](http://www.periodistasamigosdelplaneta.com))*

La energía limpia es, entonces, una energía en pleno desarrollo en vista de nuestra preocupación actual por la preservación del medio ambiente y por la crisis de energías agotables como el gas o el petróleo.

#### **1.4.1.2 Desventajas de la Energía Limpia**

En realidad, las desventajas de las energías limpias no tienen que ver con sus características, ni sus posibilidades, ni sus niveles de contaminación. La principal ventaja de las energías limpias es su **escasa implantación**. Desde los albores de la Revolución Industrial y al progreso se ha optado por utilizar otro tipo de recursos fósiles y se han dejado de lado otras soluciones mucho más sostenibles. Así que el principal escollo que tienen que superar las energías limpias es su propia implantación, el desarrollo de las suficientes infraestructuras y, por supuesto, la concienciación de la población sobre la necesidad de apostar por las energías limpias.

#### **1.5 Radiación Solar**

La radiación solar es la energía electromagnética que surge en los procesos de fusión del hidrógeno contenido en el Sol. La energía solar que en un año llega a la Tierra a través de la atmósfera es aproximadamente  $1/3$  de la energía total

interceptada por la Tierra fuera de la atmósfera de la cual 70% llega al mar y la energía restante ( $1.5 \times 10^{17}$  kW-h) a tierra firme. La radiación solar recolectada fuera de la atmósfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares es conocida como constante solar y es igual a  $1353 \text{ W/m}^2$ , variable durante el año en un  $\pm 3\%$  a causa de la elipticidad de la órbita terrestre. El valor máximo medido sobre la superficie terrestre es de aproximadamente  $1000 \text{ W/m}^2$ , en condiciones óptimas de Sol a mediodía y en un día de verano despejado. (Soler, 2009)

La radiación solar que llega a la superficie terrestre puede ser directa o dispersa.

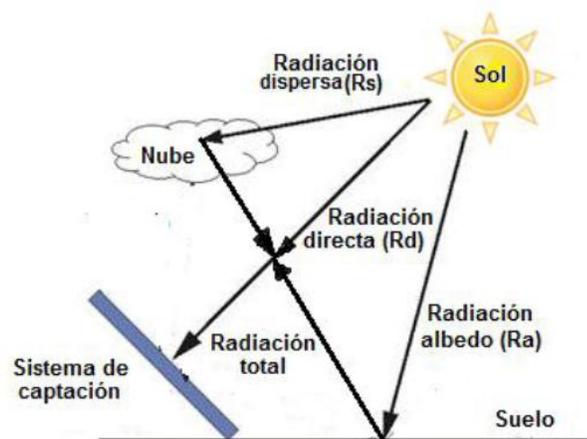


Figura 4. Componentes de la radiación solar terrestre. Fuente: [www.manografias.com](http://www.manografias.com)

La relación entre la radiación dispersa y la total, varía en función del lugar, ya que, al aumentar la inclinación de la superficie de captación, disminuye la componente dispersa y aumenta la componente albedo. Por ello, la inclinación que permite maximizar la energía recogida puede ser diferente dependiendo del lugar. La posición óptima se obtiene cuando la superficie está orientada al Sur, esto maximiza la radiación solar captada recibida durante el día, con un ángulo de inclinación igual a la latitud del lugar.

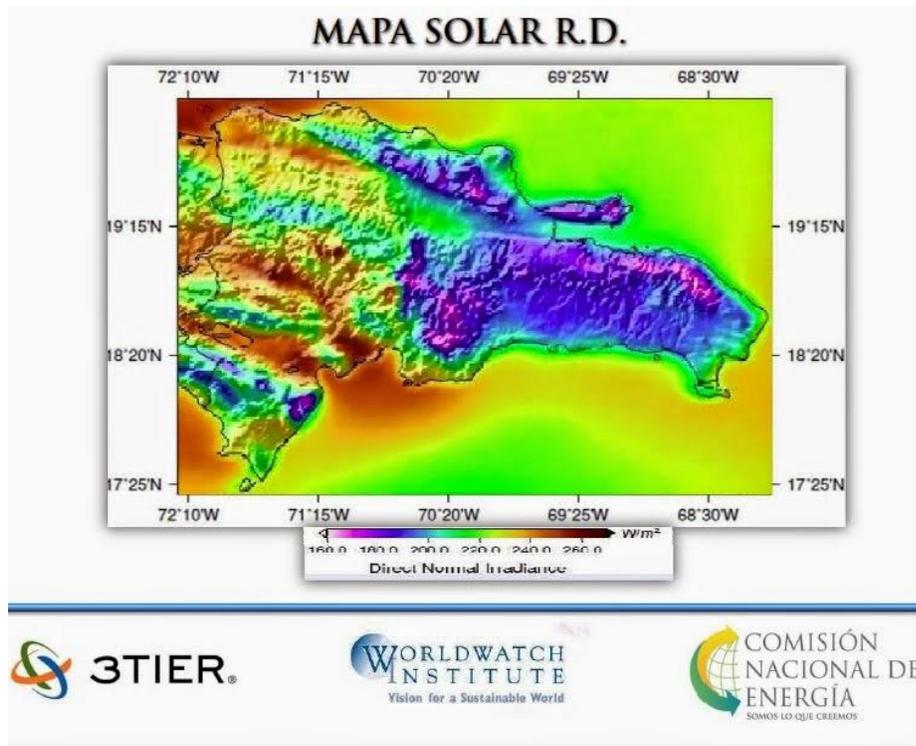


Figura 5. Mapa solar Republica Dominicana, Fuente: CNE

### 1.5.1 Efecto Fotovoltaico

El efecto fotovoltaico (FV) es la base del proceso mediante el cual una célula FV convierte la luz solar en electricidad. La luz solar está compuesta por fotones, o partículas energéticas. Estos fotones son de diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar. Cuando los fotones inciden sobre una célula FV, pueden ser reflejados o absorbidos, o pueden pasar a su través. Únicamente los fotones absorbidos generan electricidad. Cuando un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada con un átomo para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico. (Lorenzo, 1994).

Los módulos están diseñados para suministrar electricidad a un determinado voltaje (normalmente 12 ó 24 V). La corriente producida depende del nivel de insolación. La estructura del módulo protege a las células del medioambiente y son muy durables y fiables. Aunque un módulo puede ser suficiente para muchas aplicaciones, dos o más módulos pueden ser conectados para formar un generador FV. Los generadores o módulos fotovoltaicos producen corriente continua (DC) y pueden ser conectados en serie y/o paralelo para producir cualquier combinación de corriente y tensión. Un módulo o generador FV por sí mismo no bombea agua o ilumina una casa durante la noche. (Lorenzo, 1994).

### **1.5.2 La energía solar fotovoltaica**

Se dice que la energía solar fotovoltaica es la energía del futuro. Su despegue se produjo en el contexto de programas espaciales, en los cuales se ha permitido hacer funcionar satélites artificiales por energía solar, aprovechando directamente la radiación del sol.

Como características positivas podemos mencionar que la energía solar se transforma en energía eléctrica sin partes móviles, sin ciclos termodinámicos y sin reacciones químicas. Esta generación eléctrica es de duración prácticamente ilimitada, no requiere mantenimiento, no produce contaminación ni hace ruido. (Energía Solar Fotovoltaica, 1999).

### **1.5.3 Funcionamiento**

En un sistema típico, el proceso de funcionamiento es el siguiente: la luz solar incide sobre la superficie del captador fotovoltaico, donde es transformada en energía eléctrica de corriente directa por las celdas solares; esta energía es

recogida y conducida hasta un controlador de carga, el cual tiene la función de enviar 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 algunos diseños, parte de esta energía es enviada directamente a las cargas.

Si las cargas a alimentar son de corriente directa, esto puede hacerse directamente desde el arreglo fotovoltaico o desde la batería; si, en cambio, las cargas son de corriente alterna, la energía proveniente del arreglo y de las baterías, limitada por el controlador, es enviada a un inversor de corriente, el cual la convierte a corriente alterna. (Portero, 2009)

#### **1.5.4 Tipologías de instalaciones solares fotovoltaicas**

Cuando se plantea la instalación de generadores de energía solar fotovoltaica, fundamentalmente se atiende a dos razones principales:

- La necesidad de proporcionar energía eléctrica a una zona aislada o de difícil acceso para la red de distribución.
- La posibilidad de inyectar energía eléctrica a la red de distribución.

Desde un punto de vista económico las instalaciones conectadas a la red son más adecuadas que las instalaciones aisladas cuando el objetivo principal de la instalación es realizar una inversión de capital para obtener un rendimiento económico, obteniendo beneficio de la venta de energía. (Portero, 2009)

### **1.5.5 Instalaciones solares conectadas a red**

Estos sistemas se caracterizan por su simplicidad constructiva, la generación de energía eléctrica silenciosa y no contaminante, una gran fiabilidad, larga duración y poco mantenimiento.

El funcionamiento de este tipo de instalaciones es muy simple. El generador fotovoltaico transforma la energía solar incidente en los módulos de corriente continua, que es convertida por el inversor en corriente alterna de la misma tensión y frecuencia que la red eléctrica.

Para contabilizar la energía eléctrica inyectada a la red de la empresa de distribución se utiliza un contador de energía intercalado entre la red de baja tensión y el inversor. También es necesario instalar un contador de entrada de energía para contabilizar el posible consumo de la instalación, o bien se puede utilizar un único contador bidireccional para realizar ambas funciones. (Portero, 2009)

### **1.5.6 Tipos de paneles solares fotovoltaicos**

Existen diferentes tipos de paneles solares fotovoltaicos:

- *Monocristalinos*: fabricados a base de lingotes puros de silicio. Ofrecen un máximo rendimiento.
- *Policristalinos*: fabricados a partir de la refundición de piezas de silicio. Son mucho menos costosos que los monocristalinos y ofrecen un rendimiento óptimo.
- *Amorfos*: fabricados a partir de la deposición de capas delgadas sobre vidrio. El rendimiento es menor que el silicio cristalino. Se usa para aplicaciones de pequeña potencia. (Portero, 2009)

### **1.5.7 Ventajas e inconvenientes de la Energía Solar Fotovoltaica**

- Los sistemas fotovoltaicos no requieren abastecimiento de combustible, son totalmente silenciosos, apenas requieren mantenimiento y tienen una vida útil mucho más larga.
  - La duración de una batería de tipo estacionario oscila entre 10 y 15 años. Los paneles solares tienen una duración muy superior (los fabricantes ofrecen garantías de hasta 25 años).
  - La electricidad se produce en el mismo lugar donde se consume, eliminando la necesidad de instalar tendidos eléctricos. Además, los paneles fotovoltaicos, por su aspecto y constitución, resultan fáciles de integrar y adaptar en las edificaciones rurales.
  - Producen electricidad sin necesidad de ningún tipo de reacción o combustión, evitando la emisión a la atmósfera de CO<sub>2</sub> u otros contaminantes.
  - Instalación en zonas rurales → desarrollo tecnologías propias.
  - Se utiliza en lugar de bajo consumo y en casas ubicadas en parajes rurales donde no llega la red eléctrica general.
  - Venta de excedentes de electricidad a una compañía eléctrica.
  - En cuanto a los inconvenientes, las instalaciones fotovoltaicas tienen unas limitaciones que deben llevar a sus usuarios a la moderación en el consumo y al empleo de aparatos de consumo con elevados rendimientos. Asimismo, el precio y el gran tamaño de los paneles solares frenan su expansión, puesto que la tecnología disponible actualmente requiere de una gran superficie de captación. .
- (Portero, 2009)

## **1.6 Normas de Manejo de Energía**

Conforme a lo estipulado en el artículo ISO 50001 Gestión de la Energía (2011) este señala que; ISO es la Organización Internacional de Normalización. Las normas ISO proporcionan soluciones y obtienen beneficios para casi todos los sectores de actividad, incluida la agricultura, construcción, ingeniería mecánica, fabricación, distribución, transporte, dispositivos médicos, tecnologías de información y comunicación, medio ambiente, energía, gestión de calidad, evaluación de la conformidad y servicios.

### **1.6.1 ISO 50001**

Conforme a lo estipulado en el artículo ISO 50001 Gestión de la Energía (2011) está señala que; “El propósito de esta norma es permitir a las organizaciones a establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento energético, incluyendo la eficiencia energética, uso y consumo La aplicación de esta norma tiene la finalidad de conducir a reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero, el costo de la energía, y otros impactos ambientales relacionados, a través de la gestión sistemática de la energía. Esta Norma Internacional es aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones, independientemente de las condiciones geográficas, culturales o sociales.

La norma tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones un reconocido marco de trabajo para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión. Las organizaciones multinacionales tendrán acceso a una norma única y armonizada para su aplicación en toda la organización con una metodología lógica y coherente para la identificación e implementación de mejoras.

La norma tiene por objeto cumplir lo siguiente:

- Ayudar a las organizaciones a aprovechar mejor sus actuales activos de consumo de energía
- Crear transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos
- Ayudar a las instalaciones en la evaluación y dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética
- Facilitar la mejora de gestión de la energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como ser el ambiental, y de salud y seguridad.

#### **1.6.2 Funcionamiento de ISO 50001**

Conforme a lo estipulado en el artículo ISO 50001 Gestión de la Energía (2011) este señala que; ISO 50001 se basa en el modelo ISO de sistema de gestión familiar para más de un millón de organizaciones en todo el mundo que aplican normas como la ISO 9001 (gestión de calidad), ISO 14001 (gestión ambiental), ISO 22000 (seguridad alimentaria), ISO/IEC 27001 (información de seguridad).



**Figura 6. Planta de energía nuclear. (Fuente ISO 50001,2011)**

En particular, la norma ISO 50001 sigue el proceso Planificar-Hacer-Verificar-Actuar de mejora continua del sistema de gestión de la energía.

Estas características permiten a las organizaciones integrar la gestión de la energía ahora con sus esfuerzos generales para mejorar la gestión de la calidad, medio ambiente y otros asuntos abordados por sus sistemas de gestión.

ISO 50001 proporciona un marco de requisitos que permite a las organizaciones:

- Desarrollar una política para un uso más eficiente de la energía
- Fijar metas y objetivos para cumplir con la política
- Utilizar los datos para entender mejor y tomar decisiones sobre el uso y consumo de energía
- Medir los resultados
- Revisar la eficacia de la política
- Mejorar continuamente la gestión de la energía.

ISO 50001 puede ser implementada de forma individual o integrada con otras normas de sistemas de gestión.

## Modelo del Sistema de Gestión de la Energía

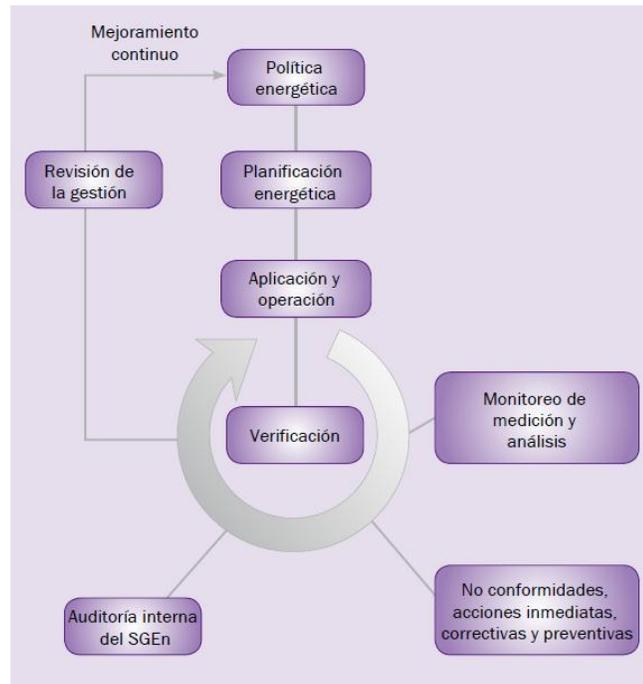


Figura 7. Sistema de Gestión de la Energía. (Fuente ISO 50001,2011)

ISO 50001 ha sido capaz de basarse en numerosas normas de gestión de la energía nacionales o regionales, especificaciones y regulaciones, incluyendo las desarrolladas en China, Dinamarca, Irlanda, Japón, República de Corea, Países Bajos, Suecia, Tailandia, EE.UU. y la Unión Europea.

## **CAPITULO II: ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE MEDICIONES.**

### **2.1. Area a analizar**

El sector de zonas francas industriales en República Dominicana, es uno de los que aporta más ingresos a la economía del país, constituyendo un vínculo estratégico con los más importantes mercados internacionales. El Parque Industrial Itabo S.A. (PIISA), una zona franca industrial de propiedad privada, es una de las más reconocidas y alberga importantes empresas de renombre mundial. (Mesa, upcommons, 2015)

#### **2.1.1 Parque industrial PIISA**

PIISA fue inaugurado en el año 1985 por sus fundadores Víctor Thomen, Samuel Conde y Manuel Tavera, haciendo realidad su visión de un parque industrial de zona franca de 607.028 m<sup>2</sup> dirigido a grandes compañías multinacionales.

Actualmente, el parque, con unos 1,9 millones de metros cuadrados de construcción, genera 11.500 empleos directos en manufactura de productos de alto valor agregado para la industria farmacéutica y electrónica distribuidos a nivel mundial.

PIISA cuenta con 27 empresas de diversos sectores operando dentro de sus instalaciones. De estas un 62% son del sector farmacéutico, 25% de la industria electrónica, 4% pertenecen al sector logístico, 3% a automoción, 3% a etiquetado, impresión y corrugado y 3% al sector de joyería. (Mesa, upcommons, 2015)

## EMPRESAS POR SECTOR

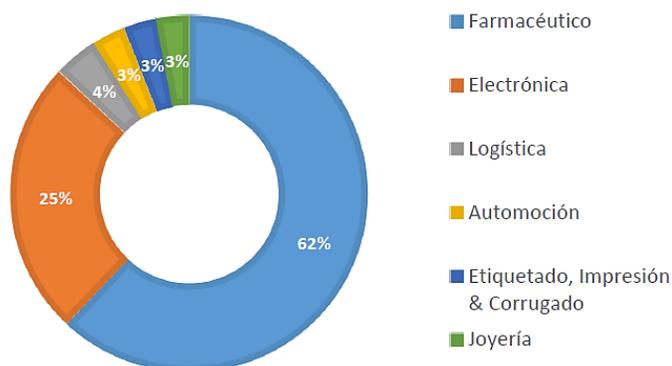


Figura 8. Grafica de distribución de Empresas por Sectores.

### 2.2 Edwards Lifesciences.

Los orígenes de Edwards Lifesciences nacen en 1958, cuando Miles “Lowell” Edwards decidió fabricar el primer corazón artificial.

Edwards era un ingeniero de 60 años recién jubilado, con 63 patentes en diversos sectores, un espíritu emprendedor y el sueño de ayudar a los afectados por enfermedades cardíacas. Su fascinación por curar el corazón surgió cuando era un adolescente y sufrió dos ataques de fiebre reumática, enfermedad que puede dejar cicatrices en las válvulas del corazón y, finalmente, provocar una insuficiencia cardíaca.

Debido a su formación en sistemas hidráulicos y bombas de combustible, Edwards creía que el corazón humano podía mecanizarse. Presentó su idea al Dr. Albert Starr, un joven cirujano de la University of Oregon Medical School, quien consideró que la idea era demasiado compleja. No obstante, Starr animó a Edwards a centrarse primero en el desarrollo de una válvula cardíaca artificial, ya que había una necesidad inmediata. Al cabo de tan solo dos años, la primera válvula mitral

Starr-Edwards se había diseñado, desarrollado, probado y colocado con éxito en un paciente.

En la actualidad, Edwards lidera el campo de las válvulas cardíacas de sustitución de tejido, los productos de reparación y la monitorización hemodinámica avanzada, que han contribuido a tratar a más de dos millones de pacientes en todo el mundo. (Edwards, 2016)

### **2.2.1 Categorías de productos**

Edwards Lifesciences aprovecha su experiencia en diseño, desarrollo y marketing en diversas categorías de productos:

- Terapias de válvula cardíaca.
- Cuidados críticos.
- Cirugía cardíaca.
- Terapias vasculares.

### **2.2.2 Edwards Lifesciences DR nave 15**

Para la manufactura de los productos y los trabajos en los diferentes departamentos en Edwards Lifesciences se deben dar condiciones ideales y estandarizadas para el ambiente laboral dentro de la empresa, por esta razón Edwards se sostiene de los siguientes sistemas. (Edwards, 2016)

Para el cálculo del siguiente levantamiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$KWH = cantidad * kw * \frac{Hr}{dia} * \frac{Dias}{Mes}$$

## 1-Sistema de aire comprimido

- Compresor Atlas Copco con un motor 150KW, 480 V, 3 y dos motores de 3.6 HP pertenecientes a la secadora interna.
- Compresor Atlas Copco (Backup) con un motor trifásico de 75 KW, 480 V, 3, una bomba de agua helada de 1HP y una secadora externa que está compuesta por un compresor de 5.5 Hp, 208 v, 2, con un ventilador de 1 Hp.

**Tabla 2. Sistema de aire comprimido**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO/DIA	DIAS USO/MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)/ EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
AIRE COMPRIMIDO	Compresor atlas copco	1	150	24	30	108000	108000
	Motores de Secadora Interna	2	2.6	24	30	1872	3744
	Compresor atlas copco (Backup)	1	75	1	4	300	300
	Bomba de agua helada	1	0.746	1	4	2.984	2.984
	Secadora externa	1	4.1	1	4	16.4	16.4
	Ventilador Motor	1	0.746	1	4	2.984	2.984
Total							112,047

Fuente: Elaboración Propia

## 2-Sistema de bombas de vacío

- Dos motores de 10 Hp, 480 v, 3 y 5 motores de 3.4kw, 480 v, 3.

**Tabla 3. Sistema de bombas de vacío**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO/DIA	DIAS USO/MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES) /EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Bomba de Vacío	Motores	1	7.4	20	15	2220	2220
	Motores	1	7.4	20	15	2220	2220
	Motores	5	3.4	24	30	2448	12240
Total							16,680

Fuente: Elaboración Propia

### 3-Sistema de enfriamiento

- Dos bombas de agua que se encargan de recircular el agua proveniente de la torre de enfriamiento, cada bomba es de 30 Hp, 480 v, 3.

#### Torre de enfriamiento:

- La torre de enfriamiento consta de 2 motores 30 Hp, 480 v, 3.

#### Dos Chillers model Yk (style F) R-134a cooling only:

- El motor tiene una capacidad de 380 Hp, 480 v, 3 este es el corazón del sistema de enfriamiento de agua de la planta.

#### Bombas de agua helada:

- Este sistema está compuesto por dos bombas de 50 Hp, 480 v, 3 /.

**Tabla 4. Sistema de enfriamiento**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO/ DIA	DIAS USO/ MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES) /EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Sistema de Enfriamiento	Bomba de recircular el Agua	1	22.3	18	15	6,021	6,021
	Bomba de recircular el Agua	1	22.3	18	15	6,021	6,021
	Torre de Enfriamiento Motor	1	22.3	12	30	8,028	8,028
	Torre de Enfriamiento Motor	1	22.3	12	30	8,028	8,028
	Chillers model Yk Motor	1	283.4	18	30	153,036	153,036
	Chillers model Yk Motor	1	283.4	0	0	0	0
	Bomba de Agua Helada	1	37.3	18	15	10,071	10,071
	Bomba de Agua Helada	1	37.3	18	15	10,071	10,071
Total						201,276	

Fuente: Elaboración Propia

### 4-Sistema de manejadoras y fan coils

Los siguientes equipos se encuentran en las diferentes áreas descritas en el plano (Edwards)

**Manejadoras del cuarto limpio:** Estas manejadoras son vitales, ya que mantienen los estándares de presión y temperatura adecuados para el proceso de manufactura dentro del cuarto limpio.

- Cuatro manejadoras en el techo con motores de 30Hp, 480 v, 3.
- Una manejadora en pre-techo con un motor de 20Hp, 480 v, 3.
- Tres manejadoras en el Katwalk con motores de 20 Hp, 480 v, 3.

**Cuarto de UPS:**

- Una manejadora de con un motor de 2 Hp, 480 v, 3.

**Cafetería:**

- Una manejadora con un motor de 30Hp, 480 v, 3.

**Laboratorio:**

- Una manejadora con un motor de 5 Hp, 480 v, 3.
- Una manejadora con 2 compresores de 5 Hp, dos fans de 3/4 Hp, ID blower de 3 Hp, PWR EXH MTR de 3/4 Hp. a 480 vol.

**Oficinas:**

- Oficina de RRHH y recepción: una manejadora con un motor de 5Hp, 480 v, 3.
- Oficina de EHS y QP: una manejadora con un motor de 10 Hp, 480 v, 3.
- Oficina de facilidades: una manejadora con un motor de 5 Hp, 480 v, 3.
- Oficina de Bex; Dos manejadoras con motores de 5 Hp, 208 v, 2.
- Gerencia: dos manejadoras de con motores de 5 Hp, 480 v, 3.
- Oficina de ingeniería: Un fan coil con una turbina de 3/4 Hp, 208 v, 2.
- Oficina de proyecto MVP: Un fan coil con una turbina de 3/4 Hp, 208 v, 2.
- Oficina de Calidad: Un fan coil con una turbina de 3/4 Hp, 208 v, 2.

- Oficina de PCS: Un fan coil con una turbina de 3/4 Hp, 208 v, 2.
- Oficina de almacén: Un fan coil con una turbina de 3/4 Hp, 208 v, 2.
- Gerencia: Un fan coil con una turbina de 3/4 Hp, 208 v, 2.

**Tabla 5. Sistema de manejadoras y fan coils**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO/DIA	DIAS USO/MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES) /EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Manejadoras y Fan Coil	Manejadora 30 HP	5	22.3	18	30	12,042	60,210
	Manejadora 20 Hp	4	15	18	30	8,100	32,400
	Manejadora 10 HP	1	7.5	18	30	4,050	4,050
	Manejadora 5 HP	7	3.7	18	30	1,998	13,986
	Manejadora 2 HP	1	1.5	18	30	810	810
	Fan Coil 3/4 HP	6	0.56	18	30	302	1,814
	Manejadora Lab.	1	11.28	2	1	23	23
Total							113,293

Fuente: Elaboración Propia

#### 5-Sistema de bombeo agua potable:

- Tres Bombas de agua de 10 Hp, 480 v, 3.
- Dos bombas de agua de 2 Hp, 208 v, 3.
- Una bomba de agua de 3 Hp, 208 v, 3.

**Tabla 6. Sistema de Agua Potable**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO/DIA	DIAS USO/MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES) /EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Sistema Agua Potable	Bomba de Agua 10 HP	1	7.5	18	15	2025	2025
	Bomba de Agua 10 HP	1	7.5	18	15	2025	2025
	Bomba de Agua 10 HP Backup.	1	7.5	5	7	262.5	262.5
	Bomba de agua 3 Hp	1	2.241	15	30	1008.45	1008.45
	Bomba de agua 2 Hp	1	1.494	18	15	403.38	403.38
	Bomba de agua 2 Hp	1	1.494	18	15	403.38	403.38
Total							6,128

Fuente: Elaboración Propia

## **6-Sistema Pest control**

### **Pasillo de cuarto de Maquina:**

- Dos cortinas de aire de 235 Watts, 120 V.

### **Pasillo de entrada desde cafetería:**

- Dos cortinas de aire de 1/2 Hp, 120 V.

### **Cafetería despacho:**

- Una cortina de aire de 1/2 Hp, 120 V.

### **Pasillo hacia recepción:**

- Una cortina de aire de 235 Watt, 120 V.
- Una cortina de aire de 1Hp, 120 V.

### **Receiving:**

- Una cortina de aire de 14 Hp, 480 v, 3.

### **Shiping:**

- Una cortina de aire de 14 Hp, 480 v, 3.

### **Cortinas de aire puertas de emergencia:**

- Once cortinas de aire de 1 Hp, 120 V.

### **Lámparas Insectocutoras:**

- 25 Lámparas insectocutoras de dos tubos de 20 watt, 120 V.

**Tabla 7. Sistema de Pest Control**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO/DIA	DIAS USO/MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)/EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Pest Control	Cortina de Aire	2	0.253	12	30	91	182
	Cortina de Aire 1/2 Hp	3	0.373	12	30	134	403
	Cortina de Aire 1 HP	1	0.746	12	30	269	269
	Cortina de Aire 1 HP SE	11	0.746	0	0	0	0
	Cortina de Aire 14 HP	2	10.4	12	30	3,744	7,488
	Lámparas Insectocutoras	25	0.02	12	30	7	180
Total							8,522

Fuente: Elaboración Propia

## 6-Sistema de ventilación

### Cuarto de máquinas:

- Cuatros ventiladores de 1 Hp, 208 v, 3.

### Receiving:

- Un ventilador de 1 Hp, 208 v, 3.

### Solventes:

- Un ventilador de 3 Hp, 480 v, 3.

### Laboratorio:

- Dos ventiladores de 3 Hp, 480 v, 3.

### Cuarto de chiller:

- Un ventilador de 3 Hp, 208 v, 2.

### Baños:

- Un extractor de 3 Hp, 480 v, 3.

#### Cuarto de Bombas de vacío:

- Un extractor de 1 Hp, 208 v, 2.

#### Cafetería:

- Tres extractores de 3 Hp, 480 v, 3.

#### Clip and Klrck:

- Un Extractor de 3 Hp, 480 v, 3.

**Tabla 8. Sistema de Ventilación**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO/ DIA	DIAS USO/ MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES) /EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Ventilacion	Ventilador 1 HP	5	0.746	16	30	358	1,790
	Ventilador 3 HP	4	2.2	16	30	1,056	4,224
	Extractor 3 Hp	5	2.2	8	30	528	2,640
	Extractor 1 Hp	1	0.746	12	30	269	269
Total						8,923	

Fuente: Elaboración Propia

#### 7-Sistema de puertas automáticas

Se divide en dos sistemas de puertas:

- Corredizas: nueve puertas con motores 1/2 Hp, 120 v.
- Enrollables: diez puertas con motores de 3 Hp, 208 v, 2.

**Tabla 9. Sistemas Puertas Eléctricas**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO/ DIA	DIAS USO/ MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES) /EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Puertas Electricas	Puerta Corrediza 1/2 Hp	9	0.373	12	30	134	1,209
	Puerta Enrollable 3 HP	10	2.2	1	30	66	660
Total							1,869

Fuente: Elaboración Propia

## **8-Cuarto limpio**

Es donde se llevan a cabo todas las operaciones de manufactura de los diferentes productos. El equipo se encuentra en las diferentes líneas de producción cumpliendo una función específica para la elaboración del producto.

### **SHIPPING CONTAINER:**

Esta línea está compuesta por cuatro dispensadores de 66 watts, por un Isaac leak tester de 66watts, una movex-extractor de 270 Watts, una Leak test fixture de 385Watts, una sapcer Machine de 759watts y un movex-extractor de 89.1 watt

**Nota:** todos estos equipos trabajan con un voltaje a 120.

### **AREA DE CHECKVALVE:**

Esta línea está compuesta por una Check Valve Leak tester de 77 Watts, 120 v y una check Valve de 4160 Watts, 208 v, 3.

### **PMK6:**

Esta línea está compuesta por una Tray Sealer de 4160 Watts, 208 v, 3, una blue Wave de 275 Watts, un dispensador de 110 Watts y un Tape Dispenser de 180 W. el resto de los equipos trabajan 120 V.

### **FLOW TRAC FINAL:**

Esta línea está compuesta por una blue Wave de 275 Watts, 120 v y una Tray Sealer de 4160 Watts, 208 v, 3.

### **FLOTRAC:**

Esta línea está compuesta por dos monitores de 110 watts, dos Sprint Leak Tester de 176 Watts, cuatro TPS de 357 Watts, cinco Dispensadores de 66 Watts, dos hornos UV uno de 8382.4 Watts, 208 v, 2 y otro de 8528 Watts, tres conveyer de; dos de 253 Watts y uno de 110 Watts. Todos los demás equipos trabajan a 120 v.

**VAMP FLEX:**

Esta línea está compuesta por un Horno UV de 82999.2 Watts, 208 v, 2, dos dispensadores de 66Watts, un solution de 180 Watts y un Conveyor de 253 Watts.

Los demás equipos trabajan a 120 v.

**LUER ADAPTER:**

Esta línea está compuesta por un Horno UV de 8299.2 Watts, 208 v, 2, tres dispensadores de 66 Watts y un blue Wave de 275 Watts. Los demás equipos trabajan a 120 v.

**DPT MODULO 1:**

Esta línea está compuesta por una Stripping Machine Artos de 66 Watts, dos Solde System Metcal de 125 Watts, un Solder Pot de 350 watts, tres PVA Machine de 1320 Watts, tres Vela cure 3D Oven de 3120 Watts, 208 v, 2, y una Final electrical tester de 2200 watts. Los demás equipos trabajan a 120 v.

**DPT MODULO 2:**

Esta línea está compuesta por una Stripping Machine Artos 66watts, dos Solder system Metcal de 125 watts, Una solder Pot de 350 Watts, tres PVA Machine de 1320 Watts, tres Vela cure 3D Oven de 3120 Watts, 208 v, 2, un dispensador de adhesivo de 66watts y Final electrical Tester de 2200watts. Los demás equipos trabajan a 120 v.

**VAMP RESSERVOIR:**

Esta línea está compuesta por una PVA de 1320 Watts, un UPS de 1760 watts, una Branson de 1760 watts, un Dispensador de 137.5 Watts, un Omnicure de 220 Watts, un dispensador de 114.4 Watts, un Horno UV de 5262.4 Watts, 208 v, 2, y un Solution de 165 watts. Los demás equipos trabajan a 120 v.

**AREA DE SPARE PARTS:**

Un autobagger de 330 Watts, 120 v.

**Área Cortadora de Tubos:**

Esta línea está compuesta por una cortadora de tubos de 500 Watt, 120 v.

**IV-Set:**

Esta línea está compuesta por dos Tape Dispenser de 180 Watts, 120 v.

**VAMP PLUS**

Esta línea está compuesta por dos Robot de 330 Watts, 208 v, 2.

**CLIPS AND CLAMPS**

Esta línea está compuesta por dos lámparas de resina de 250 watts, 120 v.

**Z-SITE:**

Esta línea está compuesta por dos Sliting Machine de 165 watts, dos mezcladoras de 330 watts y dos swaging machine de 550 watts, 120 v.

**COSET:**

Esta línea está compuesta por una solution de 180 watts, una Dimpling Machine de 616 watts y una Co-set siringe Fixture de 550 watts. Todos estos equipos trabajan a 120 v.

**HEMOCOIL:**

Esta línea está compuesta por un horno hemocoil de 8320 watts y un bano de Hemocoil de 2080 watts. Todos estos equipos trabajan a 208 v, 2.

**CONTAMINATION:**

Esta línea está compuesta por por un Talado de 275 watts y una selladora de pouch de 1100 watts. Todos estos equipos trabajan a 120 v.

**PMK3:**

Esta línea está compuesta por una fom fill and seal de 11000 watts, 208 v, 2, Cuatro tape dispenser de 180 watts y dos dispensadores de 110 watts. Todos estos equipos trabajan a 120 v.

**CUFF:**

Esta línea está compuesta por una autobag machine de 550 watts, dos Isaac leak tester de 60 watts, un printer zebra small de 68 watts, un monitor de camara de 165 watts, dos camaras Magnif de 9 watts, tres estaciones de soldadura de 125 watts, una Hot bar de 3120 watts, 208 v, 3, un disp.pasta de soldar de 66watts, un Blue Wave de 200 watts, un disp..Loctite de 10 watts, y dos Cuff Program de 55 watts. Todos los demás equipos trabajan a 120 v.

**Tabla 10. Cuarto Limpio**

DEPARTAMENTO	LINEA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL	HRS USO/DIA	DIAS USO/MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES) /EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Cuarto Limpio	SHIPPING CONTAINER	DISPENSADOR	4	0.066	24	30	48	190
		ISAAC LEAK TESTER	1	0.066	24	30	48	48
		MOVEX -EXTRACTOR	2	1.65	24	30	1,188	2,376
		LEAK TEST FIXTURE	1	0.385	24	30	277	277
	AREA DE CHECKVLAVE	SAPCR MACHINE	1	0.759	24	30	546	546
		CHECK VALVE LEAK TESTER	1	0.077	8	30	18	18
	PMK6	CHECK VALVE	1	4.16	8	30	998	998
		TRAY SEALER	1	4.16	24	30	2,995	2,995
		BLUE WAVE	1	0.2	24	30	144	144
		DISPENSADOR	1	0.066	24	30	48	48
	FLOW TRAC FINAL	TAPE DISPENSER	1	0.18	24	30	130	130
		BLUE WAVE	1	0.2	24	30	144	144
		TRAY SEALER	1	4.16	24	30	2,995	2,995
	FLOTTRAC	MONITOR	2	0.11	24	30	79	158
		SPRINT LEAK TESTER	2	0.176	24	30	127	253
		TPS	4	0.357	24	30	257	1,028
		DISPENSADOR	5	0.066	24	30	48	238
		HORNO UV	2	8.5	24	30	6,120	12,240
	VAMP FLEX	CONVEYOR	3	0.363	24	30	261	784
		HORNO UV	1	8.5	24	30	6,120	6,120
		DISPENSADOR	2	0.066	24	30	48	95
		SOLUTION	1	0.18	24	30	130	130
	LUER ADAPTER	CONVEYOR	1	0.363	24	30	261	261
		HORNO UV	1	8.5	24	30	6,120	6,120
		DISPENSADOR	3	0.066	24	30	48	143
	DPT MODULO 1	BLUE WAVE	1	0.2	24	30	144	144
		STRIPPING MACHINE ARTOS	1	0.066	0	30	0	0
		SOLDER SYSTEM METCAL	2	0.125	0	30	0	0
		SOLDER POT	1	0.35	0	30	0	0
		PVA MACHINE	3	1.32	0	30	0	0
		VELA CURE 3D OVEN	3	3.12	0	30	0	0
	DPT MODULO 2	FINAL ELECTRICAL TESTER	1	2.2	0	30	0	0
		STRIPPING MACHINE ARTOS	1	0.066	16	30	32	32
		SOLDER SYSTEM METCAL	2	0.125	16	30	60	120
		SOLDER POT	1	0.35	16	30	168	168
		PVA MACHINE	3	1.32	16	30	634	1,901
		VELA CURE 3D OVEN	3	3.12	16	30	1,498	4,493
	VAMP RESSERVOIR	DISPENSADOR DE ADHESIVO	1	0.066	16	30	32	32
		FINAL ELECTRICAL TESTER	1	2.2	16	30	1,056	1,056
		PVA	1	1.32	16	30	634	634
		UPS	1	1.76	16	30	845	845
		BRANSON	1	1.76	16	30	845	845
		DISPENSADOR	2	0.066	16	30	32	63
	AREA DE SPARE PARTS	OMNICURE	1	0.22	16	30	106	106
		HORNO UV	1	8.5	16	30	4,080	4,080
	Area Cortadora de Tubos	SOLUTION	1	0.18	16	30	86	86
	IV-Set	AUTOBAGGER	1	0.33	24	30	238	238
		Cortadora de Tubos	1	0.5	24	30	360	360
	VAMP PLUS	TAPE DISPENSER	2	0.18	24	30	130	259
		ROBOT	2	0.33	16	30	158	317
		PVA MACHINE	1	1.32	16	30	634	634
		HORNO UV	1	8.5	16	30	4,080	4,080
		CONVEYOR	2	0.363	16	30	174	348
		PISTOLA DE AIRE IONIZADO	1	0.011	16	30	5	5
		FIXTURE IONIZADOR	1	0.264	16	30	127	127
	CLIPS AND CLAMPS	ISAAC LEAK TESTER	1	0.066	16	30	32	32
		CORTADORA DE TUBOS	1	0.5	16	30	240	240
	Z-SITE	LAMPARA DE RESINA	2	0.25	16	30	120	240
		FIXTURE	1	0.264	24	30	190	190
		SLITING MACHINE	2	0.165	24	30	119	238
	COSET	MEZCLADORA	2	0.33	24	30	238	475
		Swaging Machine	2	0.55	24	30	396	792
	HEMOCOIL	SOLUTION	1	0.18	24	30	130	130
		DIMPLING MACHINE	1	0.616	24	30	444	444
	CONTAMINATION	Co-set Syringe Fixture	1	0.55	24	30	396	396
		HORNO HEMOCOIL	1	8.32	24	30	5,990	5,990
	PMK3	BAÑO DE HEMOCOIL	1	2.8	24	30	2,016	2,016
		TALADRO	1	0.275	24	30	198	198
		SELLADORA DE POUCH	1	1.1	24	30	792	792
	CUFF	FORM FILL AND SEAL	1	1.1	24	30	7,920	7,920
		FLOWMETER	2	0.066	24	30	48	95
		TAPE DISPENSER	4	0.18	24	30	130	518
		DISPENSADOR	2	0.066	24	30	48	95
	CUFF	Autobag Machine	1	0.55	24	30	396	396
		Isaac Leak Tester	2	0.066	24	30	48	95
		Printer Zebra Small	1	0.68	24	30	490	490
		Monitor de camara	1	0.165	24	30	119	119
		Camara Magnif.	2	0.009	24	30	6	13
		Est. Soldadura	3	0.125	24	30	90	270
		Cortadora de Tubos	1	0.5	24	30	360	360
		Tube Expander	1	0.2	24	30	144	144
		Hot Bar	1	3.12	24	30	2,246	2,246
		Disp. Pasta de Sold.	1	0.066	24	30	48	48
		Blue Wave	1	0.275	24	30	198	198
		Tube Expander	1	0.2	24	30	144	144
		Disp. LocTite	1	0.01	24	30	7	7
		CUFF Program	2	0.055	24	30	40	79
		Total						

Fuente: Elaboración Propia

## 9-Sistema de Luminaria

El sistema de luminarias está compuesto por luminarias fluorescentes de 40, 60 y 5 watt, 208 v, en los diferentes departamentos, cuarto limpio y en el área exterior de la empresa.

**Tabla 11. Sistema de Luminaria**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO/DIA	DIAS USO/MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES) /EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Luminaria	Lampara Fluorescente 2T	211	0.092	24	30	66	13,977
	Lampara Fluorescente 3T	35	0.138	24	30	99	3,478
	Lampara Fluorescente 4T	419	0.184	24	30	132	55,509
	Lampara Fluorescente 6T	1	0.069	24	30	50	50
	Lampara Fluorescente Tipo D	21	0.046	24	30	33	696
	Lampara Tipo Plafon	15	0.046	24	30	33	497
	Lampara Spot Line	27	0.005	24	30	4	97
Total							74,303

Fuente: Elaboración Propia

## 9-Sistema de Aires Acondicionados (A/A)

- Un Aire Acondicionado (A/A) 18000 BTU en laboratorio 208 vol.
- Un Aire Acondicionado (A/A) 12000 BTU en la oficina de calibraciones 208 vol.
- Dos Aire Acondicionado (A/A) 12000 BTU en la oficina de IT 208 vol.
- Un Aire Acondicionado (A/A) 8000 BTU en la oficina de shipping 208 vol.
- Dos Aire Acondicionado (A/A) 18000 BTU en Machine Shop 208 vol.

**Tabla 12. Sistema Aire Acondicionado (A/A)**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO/DIA	DIAS USO/MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)/EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Sistema A/A	AIRE ACONDICIONADO 8,000 BTU	1	0.85	16	30	408	408
	AIRE ACONDICIONADO 12,000 BTU	3	1.35	8	30	324	972
	AIRE ACONDICIONADO 18,000 BTU	3	2.1	8	30	504	1,512
Total							2,892

Fuente: Elaboración Propia

## 10-Laboratorio

- Una incubadora VWR, modelo 2350T, 120 v.
- Una incubadora KTTERRMAN; modelo 2738, 220 v.
- Una nevera Symphony 3 amp, 120 v.
- Una incubadora VW, modelo 2350B, 6 amp, 120 v.

**Tabla 13. Laboratorio**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO /DIA	DIAS USO/ MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)/ EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Laboratorio	Una incubadora VWR	1	0.72	24	30	518	518
	Una incubadora KTTERRMAN	3	0.97	24	30	698	2,095
	Nevera 15 y 21 pies cub.	1	0.36	24	30	259	259
	Una incubadora VW	2	0.72	24	30	518	1,037
Total							3,910

Fuente: Elaboración Propia

## 11-Área de Lavandería

- Dos lavadoras de 2.2 kw, 208 v, 3.
- Dos secadoras con dos motores de 3Hp, 208 v, 3.

**Tabla 14. Área de Lavandería**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO /DIA	DIAS USO/ MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)/ EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Lavandería	Lavadora	2	2.2	15	30	990	1,980
	Secadora	2	5.7	15	30	2,565	5,130
Total							7,110

Fuente: Elaboración Propia

## 12-Equipos de Oficinas

Los equipos de oficina varían entre computadores, impresoras, proyectores, televisores, trituradoras de papel.

**Tabla 15. Equipo de Oficina**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO /DIA	DIA S USO /ME S	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES) /EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Equipos de Oficina	Computadores	40	0.3	10	30	90	3,600
	Computadores	144	0.3	8	30	72	10,368
	Impresoras	15	0.2	5	30	30	450
	Proyectores	5	0.258	5	30	39	194
	Televisores	12	0.175	8	30	42	504
	Trituradora de Papel	5	0.2	1	30	6	30
Total							15,146

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.3 Consumo Mensual de Energía

Luego de haber realizado el levantamiento de carga por sistema en la empresa Edwards Lifesciences en nave 15 calculamos un promedio de consumo total de **656,956.8** KWH al mes.

**Tabla 16.Total de Carga en nave 15**

SISTEMA	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Aire Comprimido	112,047.0
Bomba de Vacío	16,680.0
Enfriamiento	201,276.0
Manejadoras	113,293.0
Agua Potable	6,127.7
Pest Control	8,521.6
Ventilación	8,923.0
Puertas	1,868.5
Cuarto Limpio	84,860.4
Luminaria	74,302.6
Sistema A/A	2,892.0
Laboratorio	3,909.6
Lavandería	7,110.0
Equipos de oficina	15,145.5
<b>Total</b>	<b>656,956.8</b>

Fuente: Elaboración Propia

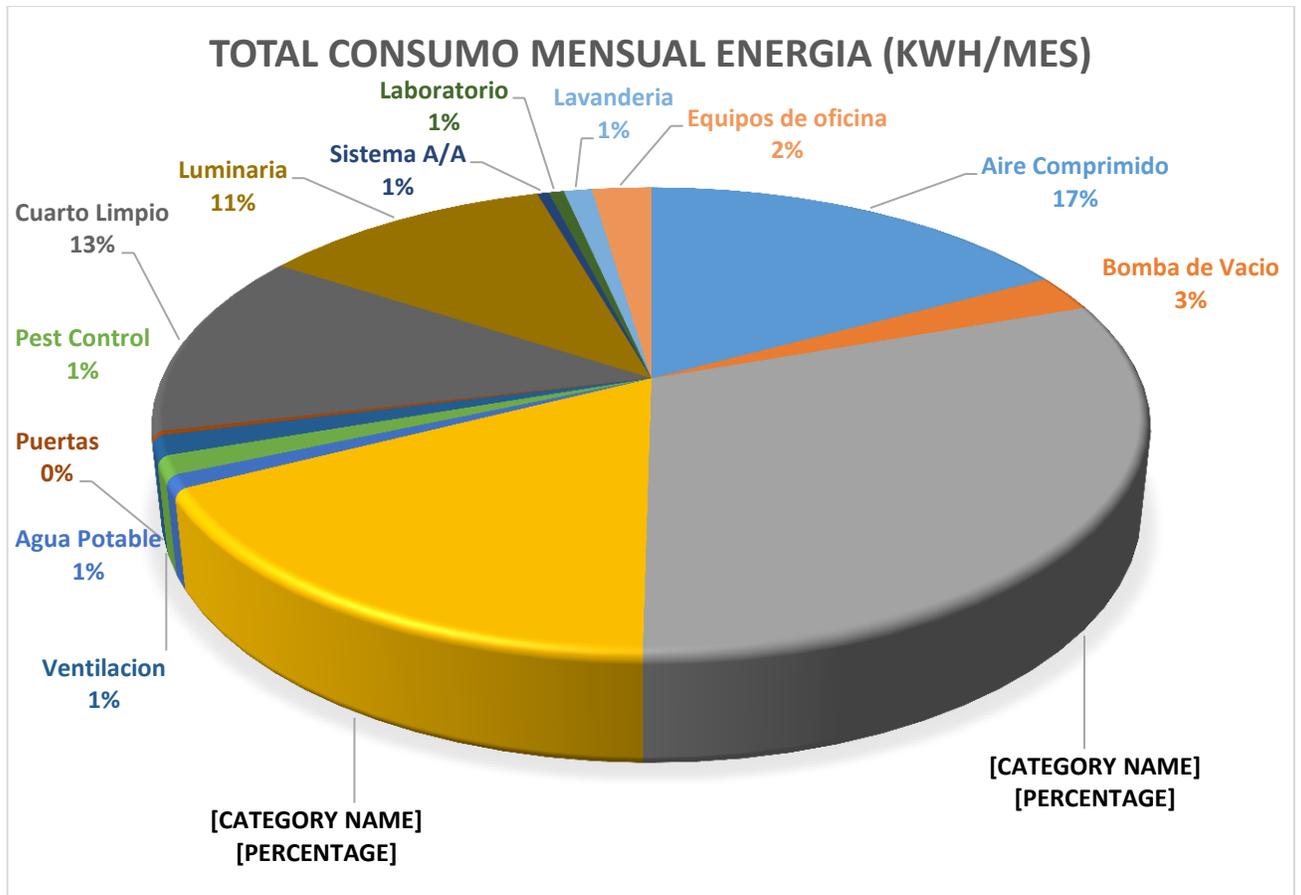


Figura 9. Consumo mensual energía (KWH/MES), Fuente: Elaboración Propia

Se observa que el sistema de enfriamiento es el mayor consumidor de energía eléctrica con un 31% del total del consumo mensual de la empresa Edwards Lifesciences, seguido de los sistemas de manejadoras y aire comprimido con un 17% cada uno y continuando con el sistema de luminarias que representa un 11%.

### 2.3 Calculo Monetario de Energía Eléctrica Mensual

La Resolución SIE-082-2016-TF de la Superintendencia de Electricidad de la Rep. Dom. Establece el Cuadro Tarifario en este caso se utilizará hasta la fecha actual que es el mes de octubre 2016.

## Cuadro Tarifario SIE



### R E S O L U C I Ó N :

**ARTÍCULO 1: ESTABLECER** el Cuadro Tarifario del mes de Octubre 2016 correspondiente a las empresas EDESUR, EDEESTE y EDENORTE para los USUARIOS DEL SERVICIO PÚBLICO DE DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD servidos desde circuitos interconectados al SEN; en este cuadro se establecen: (i) Las Tarifas Indexadas para el mes de Octubre de 2016; y, (ii) Las Tarifas a ser Aplicadas a dichos usuarios en las facturas que se emitan entre el día primero (1º) y el día treinta y uno (31) del mes de Octubre de 2016:

TARIFA	CONCEPTO	TARIFA BASE	MES OCTUBRE - 2016		% SUBSIDIO FETE
		SEPTIEMBRE 2003	TARIFAS INDEXADAS (RD\$)	TARIFAS A APLICAR A USUARIOS (RD\$)	
BTS1	<b>Cargo Fijo por Rangos de Consumo:</b>				
	(i) Consumo mensual de 0 hasta 100 kWh	20.76	31.61	<b>37.95</b>	-20.06%
	(ii) Consumo mensual de 101 kWh en adelante	75.07	114.31	<b>137.25</b>	-20.07%
	<b>Cargos por Energía:</b>				
	(i) Los primeros kWh entre 0 y 200	5.04	7.67	<b>4.44</b>	42.13%
BTS2	(ii) Los siguientes kWh entre 201 y 300	5.04	7.67	<b>6.97</b>	9.18%
	(iii) Los siguientes kWh entre 301 y 700	6.21	9.46	<b>10.86</b>	-14.85%
	(iv) Consumo de 701 kWh o mayor, todos los kWh a	6.21	9.46	<b>11.10</b>	-17.34%
	<b>Cargo Fijo</b>	51.11	77.83	<b>137.67</b>	-76.88%
BTD	<b>Cargos por Energía:</b>				
	(i) Los primeros kWh entre 0 y 200	5.04	7.67	<b>6.97</b>	22.13%
	(ii) Los siguientes kWh entre 201 y 300	5.04	7.67	<b>8.62</b>	-12.37%
	(iii) Los siguientes kWh entre 301 y 700	6.21	9.46	<b>11.30</b>	-19.42%
	(iv) Consumo de 701 kWh o mayor, todos los kWh a	6.21	9.46	<b>11.49</b>	-21.46%
BTH	<b>Cargo Fijo</b>	117.87	179.49	<b>224.53</b>	-25.10%
	<b>Energía</b>	4.03	6.14	<b>7.37</b>	-20.02%
	<b>Potencia Máxima</b>	543.68	827.90	<b>993.99</b>	-20.06%
MTD1	<b>Cargo Fijo</b>	89.88	136.87	<b>224.53</b>	-64.05%
	<b>Energía</b>	3.96	6.03	<b>7.26</b>	-20.36%
	<b>Potencia Máxima fuera de punta</b>	138.57	211.01	<b>253.35</b>	-20.06%
	<b>Potencia Máxima en horas de punta</b>	772.73	1,176.69	<b>1,412.74</b>	-20.06%
MTD2	<b>Cargo Fijo</b>	117.87	179.49	<b>224.53</b>	-25.10%
	<b>Energía</b>	4.03	6.14	<b>7.81</b>	-27.24%
	<b>Potencia Máxima</b>	229.65	349.70	<b>485.98</b>	-38.97%
MTH	<b>Cargo Fijo</b>	117.87	179.49	<b>224.53</b>	-25.10%
	<b>Energía</b>	4.03	6.14	<b>7.38</b>	-20.20%
	<b>Potencia Máxima</b>	170.26	259.27	<b>340.39</b>	-31.29%
	<b>Cargo Fijo</b>	89.88	136.87	<b>224.53</b>	-64.05%
MTH	<b>Energía</b>	3.96	6.03	<b>7.26</b>	-20.36%
	<b>Potencia Máxima fuera de punta</b>	53.23	81.06	<b>97.33</b>	-20.08%
	<b>Potencia Máxima en horas de punta</b>	538.9	820.62	<b>985.26</b>	-20.08%

**Párrafo I:** Las Tarifas Indexadas fueron calculadas aplicando los siguientes valores: (i) CPI =240.853; (ii) Tasa de Cambio = RD\$46.0849 por US\$ (promedio del 24 de agosto al 21 de septiembre del 2016, publicada por el Banco Central el 25 de septiembre); (iii) Precio Fuel Oil No.6 con 3% Azufre = US\$34.3700/bbl; (iv) Precio Carbón Mineral = US\$44.48/ton, correspondiente al primer semestre del año 2016; (v) Precio Gas Natural = US\$2.7633/ MMBTU; (vi) Índice de Cobranza = 0.810; (vii) Participaciones combustibles en generación del SENI aplicadas, corresponden a promedios del periodo febrero - agosto de 2014: PF = 42.80%; PC = 18.56%; PGN = 38.64%.

Figura 10. Cuadro Tarifario SIE, Fuente: Resolución SIE-082-2016-TF

La empresa Edwards Lifesciences tiene una tarifa Media Tensión con Demanda 2 (MTD-2), por tanto, el costo de la energía es de 7.38 pesos el Watt/hora.

<b>Edwards Lifesciences, A. G.</b>	
Km 18 1/2 Ant. Carretera Sanchez	
PIISA,	
ITABO, HAINA	
Lote	15-20
Medidor	<b>05582978</b>
Tarifa	<b>MTD-2</b>
Periodo de Facturacion	<b>08/01/2016 al 08/31/2016</b>
Termino	10 Dias

Figura 11. Información de contrato de energía eléctrica, Fuente: Edwards Lifesciences, 2016.

$$\text{Consumo Mensual RD\$} = \frac{\text{KWH}}{\text{mes}} * \text{Precio de energia}$$

$$\text{Consumo Mensual RD\$} = 656,956.8 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} * 7.38 \frac{\text{RD\$}}{\text{kWh}} = \text{RD\$ } 4,848,341$$

Calculando el coste de energía de la empresa Edwards Lifesciences con tarifa MTD-2 a un precio de 7.38 el watt/hora tenemos que se genera una factura eléctrica de **RD\$: 4,848,341** al mes.

## **CAPITULO III: ANALISIS Y PROPUESTAS DE EFICIENCIA ENERGETICA**

### **3.1 Propuesta Energética en el Sistema de Iluminación**

Para eficientar el sistema de luminarias y ahorro energético el reemplazo de la estructura de las lámparas fluorescentes, sustituyendo estas por lámparas más tecnológicas y eficientes tipo (Diodos emisores de luz) LED.

Las luminarias LED no necesitan balastro para su funcionamiento se conectan directamente a 120V, por tanto, tenemos una reducción en consumo energético de balastro y en el mantenimiento de los mismos.

Actualmente el consumo energético de las lámparas Fluorescente es de 893,424 KW/H anual, con esta propuesta se reducirá el consumo a 320,844 KW/H, la empresa lograría un 65 % de ahorro energético en el consumo de energía anualmente, un rendimiento mayor en lúmenes y una vida útil más prolongada.

El personal de oficinas trabaja en horario de 8am a 5 pm, con un receso en sus labores de 1 hora 45 minutos durante toda su jornada laboral.

Se recomienda la instalación de sensores de movimiento para las oficinas, en horarios en que el personal este en receso y fuera de oficina, de esta forma se reduciría el tiempo de operación de las lumarias, generando una reducción en las horas de utilidad por día en las oficinas de 16 horas.

Combinando la regulación de la iluminación de las oficinas y la migración a las lámparas LED de 16 W la empresa Edwards Lifesciences ahorraría un 69% su consumo de energía eléctrica en la iluminación.

**Tabla 17. Reducción en consumo de luminarias**

SISTEMA	EQUIPOS	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL (KW)	HRS USO/DIA	DIAS USO/MES	CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)/EQUIPO	TOTAL CONSUMO MENSUAL ENERGIA (KWH/MES)
Luminaria	Lampara LED 2T	211	0,032	8	30	8	1.620
	Lampara LED 3T	35	0,048	24	30	35	1.210
	Lampara LED 4T	419	0,064	24	30	46	19.308
	Lampara LED 6T	1	0,096	24	30	69	69
	Lampara Fluorescente Tipo D	21	0,046	24	30	33	696
	Lampara Tipo Plafon	15	0,046	24	30	33	497
	Lampara Spot Line	27	0,005	24	30	4	97
Total							23.496

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2 Análisis económico de la propuesta energética del sistema de iluminación

Para realizar un potencial ahorro de energía del sistema de iluminación, se consideró la sustitución de las lámparas fluorescentes por la tecnología de lámparas LED por su alto rendimiento (lum/W), menor consumo y una vida útil más prolongada.

La inversión inicial será en función del costo de la lámpara LED más los accesorios necesarios. Para fines de este estudio se considera que el precio de la lámpara LED T8 DE 16 W disponible en el mercado de la República Dominicana es de RD\$ 402.

En este caso: El Tiempo de Operación anual será: = ***24h/dias \* 365 dias/año = 8,760h/año***

La vida útil de la tecnología eficiente:

$$= \frac{50,000h}{8,760 h/año} = 5.71 \text{ años}$$

En contraste la vida útil de la lámpara T8 fluorescente bajo las mismas condiciones sería de:

$$= \frac{10,000h}{8,760 h/año} = 1.14 \text{ años}$$

Durante las 50,000 horas de vida útil de las lámparas LED serán necesarias cinco lámparas Fluorescentes es de 10,000 horas de vida útil cada una, obtendríamos el siguiente factor que representa el ahorro que conlleva el no tener que comprar lámparas fluorescentes durante la vida útil de la lámpara LED; a saber 5.71 año se evidencia un ahorro en las lámparas LED de un 5 es a 1, más la reducción del costo por mantenimiento del uso de los balastos que en el caso de las lámparas LED no son necesarios por que se conectan directamente a la fuente 120 V.

Con la migración a bombillas LED y el uso de los interruptores de movimiento en oficinas, baños y áreas de comedor, evidenciaría una reducción del consumo mensual de 50.955 KWh, anualmente 609.6 KWh.

Ahorro energético en las luminarias de la empresa Edwards Lifesciences es de:

$$\text{Ahorro energetico} = 609.6 \frac{kWh}{año} * 7.3 \frac{RD\$}{kWh} = RD\$ 4,450,080 \text{ año}$$

**Tabla 18. Inversión en lámparas LED e Interruptor de movimiento.**

Inversión inicial			
Equipo	Cantidad	Precio unitario	Total
Tubo LED T8 16 w	2209	RD\$402,67	RD\$889,498,03
Interruptor de Movimiento	80	RD\$112,00	RD\$8,960,00
Zócalo	4418	RD\$40,00	RD\$176,720,00
<b>Total</b>			<b>RD\$1,075,178.03</b>

Fuente: Elaboración Propia

Este ahorro anual se realizaría con una inversión de RD\$ 1,075,178.03 por tanto el tiempo de retorno de la inversión se generaría en 3 meses. La mano de obra no será incluida en esta inversión debido a que la empresa posee un personal de mantenimiento quien se encargará de realizar los cambios correspondientes en su programación de trabajos sin afectar las operaciones de producción.

En la siguiente grafica podemos apreciar la reducción mensual del consumo energético en iluminación con los métodos anteriormente propuestos.

**Grafica comparativa reducción de KWH / Mes.**

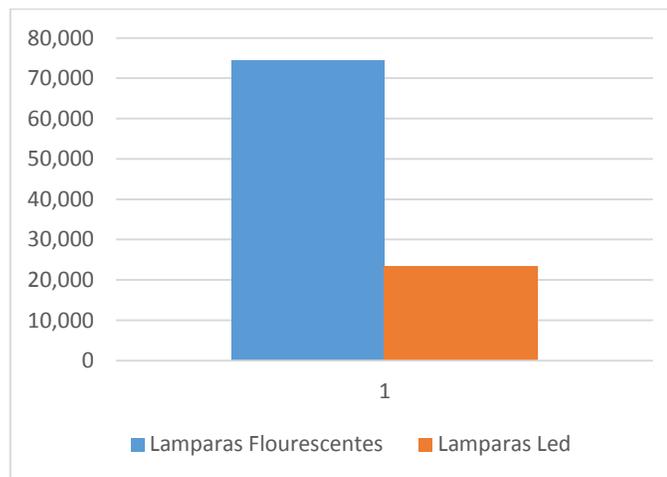


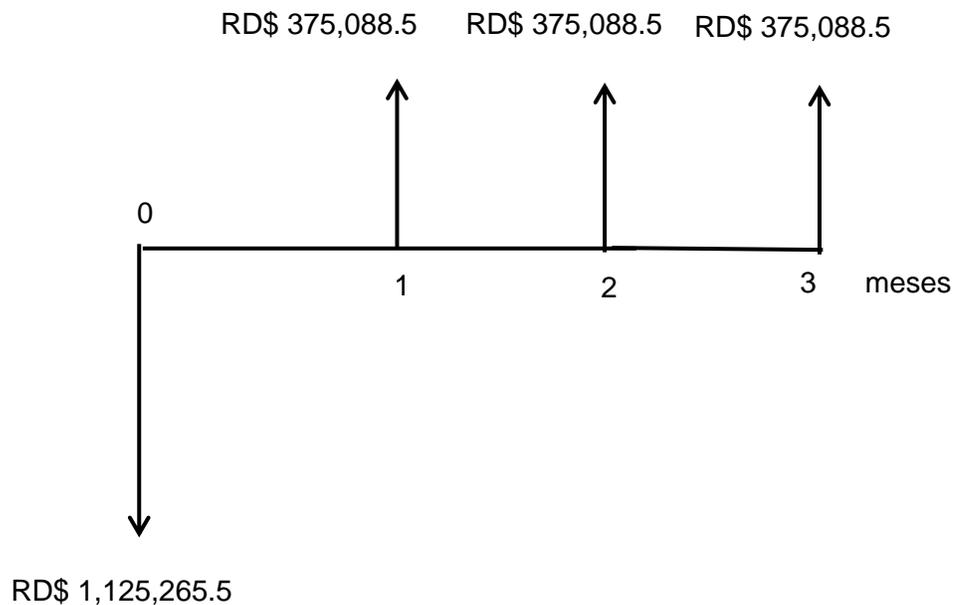
Figura 12. Grafica comparativa reducción de KWH / Mes. Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 19. Factores económicos relevantes del proyecto de iluminación LED propuesto.**

Descripción	Cantidad	Unidad
Costo del Proyecto	1,075,178.03	RD\$
Ahorro Energético	609,6	kWh/año
Tarifa SIE	7,38	RD\$/kWh
Ahorro anual	4,501,062	RD\$
Vida útil	5,71	años

Fuente: Elaboración Propia

**Grafico. Diagrama de flujo de monetario para la propuesta de Iluminación.**



### 3.3 Análisis medioambiental de las propuestas de eficiencia energética

Los estudios de eficiencia energética ponderan el impacto que conlleva aplicar medidas de ahorro de energía en el medio ambiente, éstos deben estar sustentados en base de las toneladas de CO<sub>2</sub> que se dejaría de emitir de aplicarse un proyecto de eficiencia energética en particular. Este cálculo se realiza de acuerdo con el factor de emisión de toneladas de CO<sub>2</sub>/kWh, el cual para la República Dominicana es de 0.6367 kgCO<sub>2</sub>/kWh (0.6367 tCO<sub>2</sub>/MWh).

La emisión de gases de efecto invernadero (GEI), que contribuye al fenómeno del cambio climático en la medida que se genere un aumento del efecto invernadero por encima de su valor normal, representa un elemento negativo asociado a los proyectos de iluminación y climatización. La relación entre los GEI, los sistemas de iluminación y los sistemas de climatización se da a través del consumo que estos sistemas hacen de energía generada a partir de combustibles altamente contaminantes como carbón y otros combustibles fósiles. De esta forma es como, una alternativa de proyecto que tenga asociada una disminución en el consumo de electricidad, podrá registrar beneficios por ahorro en emisión de GEI.

El método más utilizado para cuantificar las emisiones asociadas a la producción de una unidad de electricidad (kWh o MWh) es a través del uso de los factores de emisión, y son definidos en función los métodos particulares y tipo de combustible utilizado en la generación de la energía eléctrica. Para el cálculo las emisiones atribuibles a cada alternativa se aplica la siguiente expresión (Efraín Peña, 2007):

$$EE = \frac{e * F}{1000}$$

En donde:

EE: Son las emisiones procedentes de la electricidad consumida (ton CO<sub>2</sub>/año)

e: Es la energía consumida (kWh/año)

F: Es el factor de emisión (kg /KWh)

### **3.3.1 Evaluación medioambiental de la propuesta de eficiencia energética en el sistema de iluminación**

Para estimar el ahorro total de emisiones atribuibles a la prestación del servicio de iluminación con tecnología más eficiente, es necesario comparar el consumo

energético total de las luminarias T8 fluorescentes a reemplazar y el consumo estimado de las nuevas luminarias T8 LED. A partir de la expresión anterior, y conociendo la proyección anual de energía consumida para cada sistema de iluminación se calcula las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> actuales con la utilización de lámparas fluorescentes son:

$$EE = \frac{893,424,900 \text{ kWh} * 0.6367 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}}{1000} = 568.843 \text{ ton CO}_2$$

Las emisiones de CO<sub>2</sub> con la utilización de lámparas LEDs alcanzarían:

$$EE = \frac{281,952 \text{ kWh} * 0.6367 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}}{1000} = 179.52 \text{ ton CO}_2$$

Este resultado revela una disminución de un 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero con la utilización en el sistema de iluminación de lámparas LEDs. Por lo que se estima que anualmente unas 389.32 toneladas de CO<sub>2</sub> se dejarían de emitir a la atmósfera.

Otro elemento de consideración que favorece al medio ambiente, es que las lámparas LEDs no contienen mercurio a diferencia de las lámparas fluorescentes, que una vez cumplida su vida útil son desechadas. El mercurio es un metal pesado altamente contaminante y tóxico que es liberado al ambiente una vez las lámparas son descartadas, si éstas no tienen una disposición final particular; es decir que todas las lámparas fluorescentes deberían ser dispuestos en rellenos de seguridad especialmente diseñados, y no en rellenos sanitarios que reciben otros tipos de desechos sólidos.

### 3.4 Modulo fotovoltaico

SUNPOWER-X21-345 sea para techos industriales o espacios abiertos los probados módulos solares son ideales para todo, con altas expectativas de calidad y eficiencia. Gracias a los continuos controles de calidad ya las auditorías de proceso en la fabricación, estos módulos garantizan una vida útil especialmente larga. Y a los niveles más altos de rendimiento, eficiencia y fiabilidad.



Figura 13. Modulo fotovoltaico, Fuente: Datasheet SPR-X21-345

**Potencia nominal:** 345 Wp

**Células:** monocristalinas Maxeon III Generación

**Voltaje Nominal:** 57.3 V

**Eficiencia del módulo:** 20%

**Garantía del producto:** 10 años

**Garantía de energía:** 25 años

**Corriente de Corto Circuito:** 6.39 A

**Cristal templado:** Templado anti-reflectante de alta transmisión

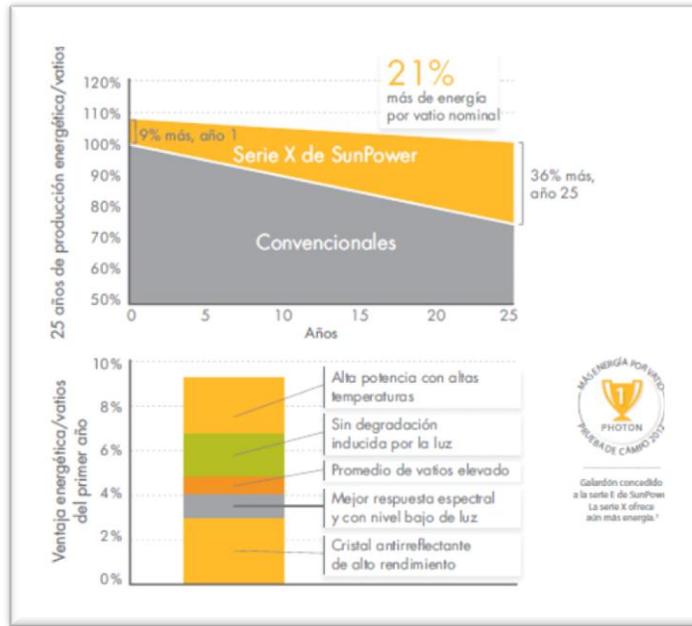


Figura 14. Grafica de máxima producción de energía. Fuente: Datasheet SPR-X21-345

### 3.5 Inversor DC-AC

Sunny Tripower 60 forma parte de una solución innovadora y global para plantas fotovoltaicas comerciales e industriales. La solución aúna las ventajas de una composición de planta descentralizada con las de los sistemas con inversores centrales, para combinar lo mejor de los dos mundos. Un alto rendimiento, un diseño flexible de la planta, una instalación y puesta en marcha sencillas, así como unos bajos costes de mantenimiento contribuyen de forma decisiva a reducir los costes operativos de todo el sistema.



Figura 15. Inversor sunny boy tripower 60, Fuente: Catalogo sunny boy tripower 60

- Rendimiento máximo: 98.8%
- Potencia: 60 kW
- La mayor disponibilidad de la planta por unidades de 60 Kw;
- SMA Inverter Manager como unidad de control central;
- Tensión de entrada de CC hasta 1000 V;
- Corriente de entrada max: 110 Amp.

### 3.6 Procedimiento de instalación sistema fotovoltaico.

Para la instalación del sistema fotovoltaico en la empresa Edwards Lifesciences posee un área de 6,393.4 m<sup>2</sup> en la zona del techo, de este espacio solo se podrá utilizar 4,549.5 m<sup>2</sup> el cual está marcado en la zona azul en la ilustración 15, el resto del área está ocupada por manejadoras de agua helada que provienen del chiller y productores de sombras.



Figura 16. Diseño de paneles fotovoltaicos. Fuente: Google Earth.

- **Instalación de módulos fotovoltaicos.**

Los módulos fotovoltaicos a utilizar serán SPR-X21-345, para el área disponible se van a instalar la cantidad de 1,925 unidades la cual nos darán una potencia pico de 664.1 KWp.

Según el fabricante Sunpower estos módulos entrega un 80% de su capacidad nominal, por tanto, la capacidad entregada sería un total de 531 KW.

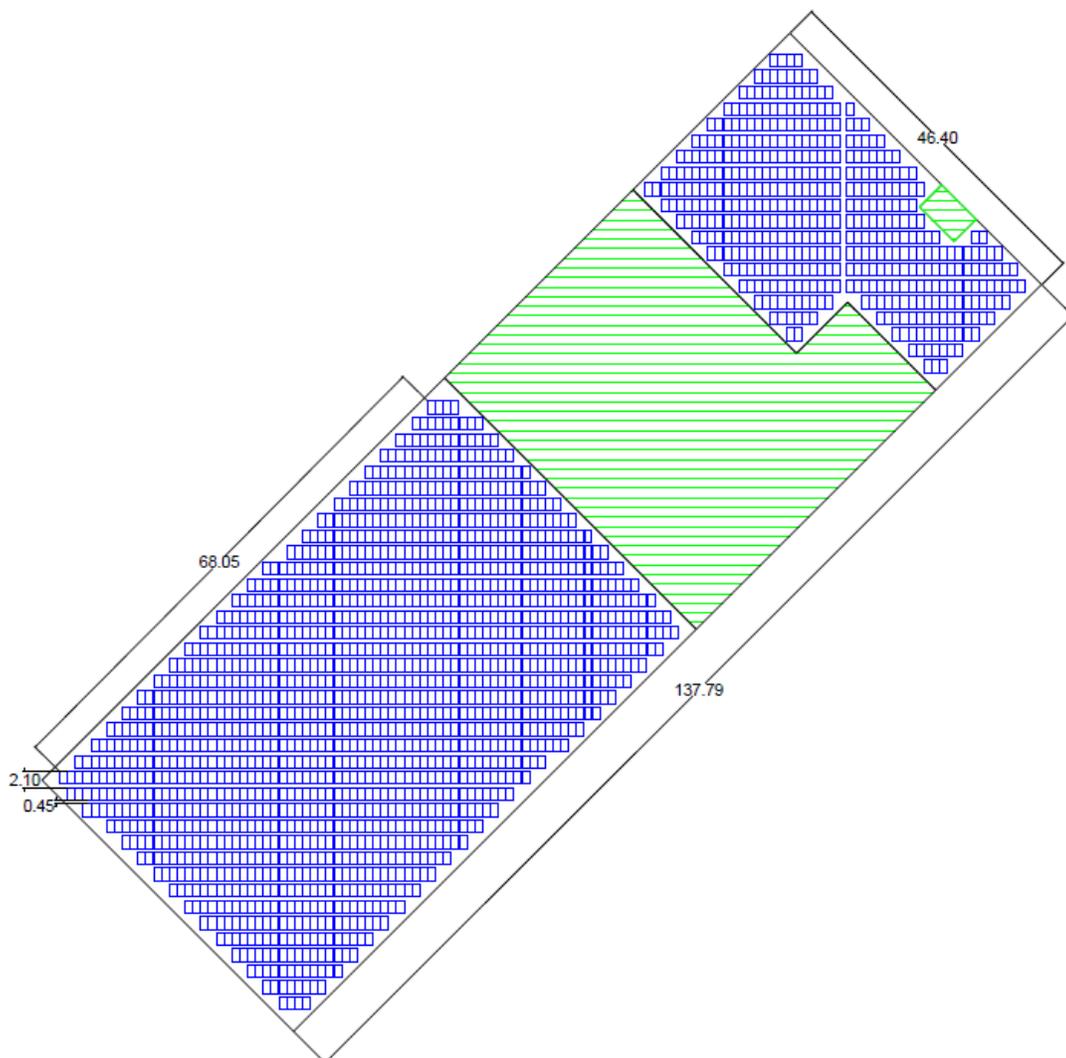


Figura 17. Dimensiones de diseño de paneles fotovoltaicos. Fuente: Elaboración propia.

- **Conexión**

La conexión de los módulos y los inversores se realiza con los siguientes cálculos:

**Datos de modulo fotovoltaico:**

$$V_p = 57.3V$$

$$I_p = 6.39 A$$

$$P_p = 345 W$$

$$C.P.A = 1925$$

**Datos del inversor**

$$V_{inv} = 755v$$

$$I_{inv} = 110 A$$

Para calcular la cantidad de módulos en conectados en serie se utiliza la siguiente expresión:

$$C.M.S = \frac{V_{inv}}{V_p} = \frac{755v}{57.3v} = 13 \text{ modulos en serie}$$

Para calcular la cantidad de grupos de módulos en paralelos se utiliza la siguiente expresión:

$$C.G.P = \frac{I_{inv}}{I_p} = \frac{110A}{6.39A} = 16 \text{ grupos en paralelos}$$

La unidad de módulos por inversor se calcula de la siguiente manera:

$$U.I = C.M.S * C.G.P = 13 * 16 = 208 \text{ unidades}$$

Cantidad de inversores necesarios para la instalación se calcula de la siguiente manera:

$$C.I. = \frac{CPA}{UI} = \frac{1925}{208} = 9 \text{ inversores}$$

- **Instalación de inversores DC-AC trifásicos**

Sunny Tripower 60, tiene una potencia pico de 60 kW, se utilizará una cantidad de 9 unidades para una carga de 540 kW con 13 grupos de 16 módulos fotovoltaicos en serie cada uno. Esto da un total de 208 módulos por inversor.

### 3.7 Diseño de instalación

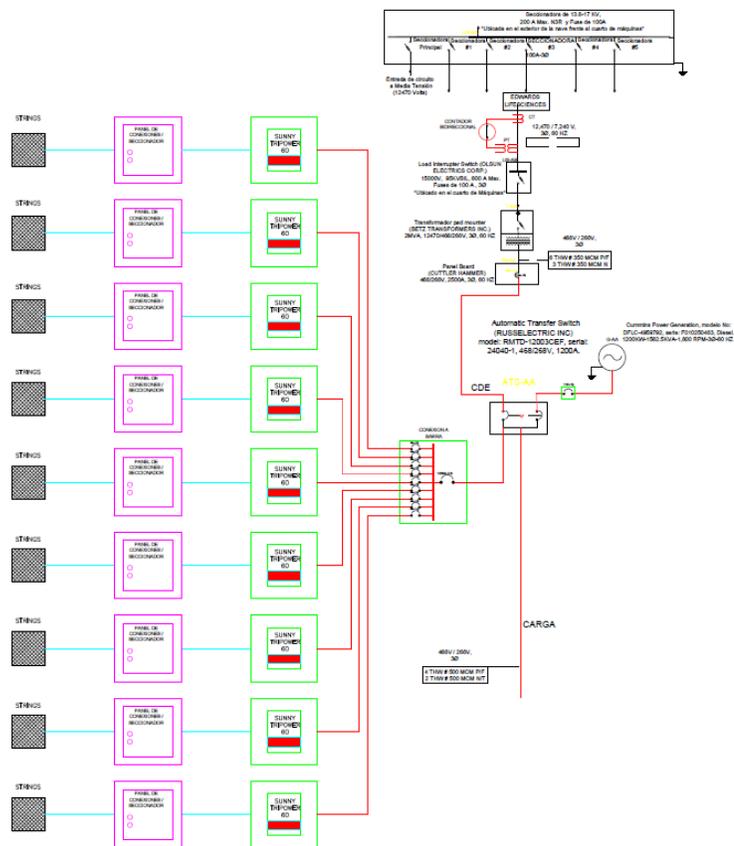


Figura 18. Diseño de instalación de modelos solares. Fuente: Elaboración propia.

### 3.8 Análisis financiero propuesta instalación de paneles solares

Para realizar el análisis financiero del proyecto es necesario conocer datos fundamentales como se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 20. Tabla de datos para análisis financiero**

<b>Datos Generales</b>	
Inversión del proyecto	RD\$46.401.914,64
Financiamiento	RD\$46.401.914,64
Duración financiamiento (años)	12
Duración proyecto (años)	25
Factor de Emisión para la Gen. Eléctrica en RD (KgCO <sub>2</sub> / kWh)	0.656
<b>Datos de Ingresos</b>	
Potencia Instalada (kWp)	664,1
Potencia demandada (kWh)	656,956,80
HSA (año)	1,500
Generación anual (kWh)	996,150
Tipo de Usuario	No Regulado
Precio kW	RD\$7.38
<b>Datos de Egresos</b>	
Interés financiamiento (anual)	10.00%
Inflación	2.34%

Fuente: Elaboración propia.

Estos datos serán filtrados por una serie de indicadores que confirmaran si el proyecto es rentable o no.

### **3.9 Cotización de proyecto**

Según la cotización realizada por la empresa Escala Solar Republica Dominicana el precio de instalación de las instalaciones fotovoltaicas se cotiza a 1.5 dólares/Watts instalado, esto incluye mano de obra, paneles solares, inversores, estructura de metal, herramientas, materiales auxiliares y mantenimiento.

El espacio disponible se puede instalar 1,925 paneles solares que me generan 664.1 KW. Por tanto, el precio de este proyecto está dado bajo la siguiente formula:

$$\text{Costo de Proyecto} = GP * PI * PD * 1000$$

Donde

PI: Precio de instalación

GP: Generación de los Paneles KW

PD: Precio del Dólar

$$\text{Costo del Proyecto} = 664.1 \text{ KW} * 1.5 * 46.6 = \text{RD\$ } 46,422,337.5$$

El costo del proyecto serán RD\$ 46,422,337.5.

**Tabla 21. Costo del proyecto sistema fotovoltaico**

Equipo	Cantidad	Precio Unitario	Total
Panel Solar Serie-X21-345	1925	RD\$21,137.24	RD\$40,689,178.81
Inversor Sunny Tripower 60	9	RD\$443,591.57	RD\$3,992,321.00
Estructura de acero(Base de concreto y tornillos de sujeción)	193	RD\$3.271,23	RD\$631,346.79
Material auxiliar		RD\$128.125,65	RD\$128,125.65
Mano de obra		RD\$960.942,39	RD\$960,942.39
<b>Total</b>			RD\$46.401.914,64

Fuente: Elaboración propia.

### 3.10 Energía eléctrica propuesta con paneles fotovoltaicos

Luego de haber obtenido los KW que generara el sistema fotovoltaico, se debe calcular la cantidad de energía generada por dicho sistema bajo la siguiente formula:

Donde

$$Energia\ Generada = HSA * GP = 1,500\ h * 664.1KW = 996,150\ kWh$$

#### 3.10.1 Costo de la energía producida por generación fotovoltaica

Para calcular el costo por consumo con paneles Fotovoltaicos (anual), se multiplica el precio del KWh establecido por la SIE para el mes de noviembre 2016 que es 7.38 \$/kWh para los usuarios no regulados del grupo MTD-2. De la siguiente manera.

Donde:

GAFV= Generación anual del sistema Fotovoltaico

$$GAFV = Energia\ generada * 7.38 \frac{\$}{kWh} = 996,150\ kWh * 7.38 \frac{\$}{kWh}$$

$$= RD\$ 7,351,587$$

Con esto la empresa Edwards Lifesciences obtendría un ahorro de aproximadamente RD\$ 612,632.25 por cada mes de facturación, es un gran ahorro, ya que con esto se puede amortizar el costo inicial del Sistema Fotovoltaico.

### **3.10.2 Análisis amortización del sistema fotovoltaico**

Para calcular el tiempo en que el sistema fotovoltaico tendrá una amortización económica y la viabilidad del proyecto que se llevará a cabo, teniendo el costo total del sistema, el ahorro mensual de energía podemos calcular la amortización del sistema fotovoltaico. Existen innumerables indicadores para verificar la rentabilidad de un proyecto en este caso utilizaremos los siguientes:

- VPN
- TIR
- BC

Estos indicadores muestran la viabilidad del proyecto a ejecutar, gracias a ellas podemos tener constancia de que riesgos de pérdida tendría la empresa en caso de que decida realizar la inversión en cualquier tipo de inversión

Se expondrán de una forma más detallada a continuación.

### **3.10.3 Indicador valor presente neto (VPN)**

En este método se calcula la diferencia del valor actual de la inversión o costo neto del proyecto y el valor actual de los flujos de fondos o ingresos del mismo, los cuales son descontados a la tasa de interés del mercado. Desde el punto de vista financiero, la implementación de una medida de Eficiencia Energética se considera

viable siempre y cuando el Valor Presente Neto de los costos de inversión, energía, operación y mantenimiento resulten ser positivos.

Esta valoración emplea el uso de la siguiente expresión:

$$VPN = -\Delta I + \sum_{n=1}^N \frac{(CE*PE)+\Delta O\&M}{(1+i)^n}$$

En donde:

VPN: Valor Presente Neto

$\Delta I$ : Inversión (Costo del Proyecto)

CE: Consumo energía (kWh/año)

PE: Precio kWh facturado

$\Delta O\&M$ : Ahorros de Operación y Mantenimiento anual debido a energía.

$i$ : Tasa de descuento del Mercado para Proyectos de Eficiencia Energética

N: vida útil

El **valor presente neto** de la propuesta del cambio de tecnología resultó ser positivo con un valor de **RD\$ 11,488,927.7**, lo que demuestra que la inversión considerada es rentable. Visto de otro punto de vista este valor positivo significa que el proyecto ganó los **11.75%** que se exige como mínimo, y además rindió RD\$ 11,488,927.7 como beneficio adicional.

#### **3.10.4 Indicador tasa interna de retorno (TIR)**

Una inversión que tiene una serie de flujos de caja futuros, es la tasa de descuento para la cual el Valor Presente Neto se hace cero. Si la tasa de

descuento que hace el Valor Presente Neto es mayor que la tasa de interés el proyecto se considera rentable (**TIR > i**).

Sea:

$$VPN = -\Delta I + \sum_{n=1}^N \frac{(CE * PE) + \Delta O \& M}{(1+i)^n} = 0$$

$$\Delta I = \sum_{n=1}^N \frac{(CE * PE) + \Delta O \& M}{(1+i)^n}$$

Debido a que esta ecuación no tiene una solución analítica explícita, ésta se obtiene por iteración suponiendo varios valores para *i*. El resultado de esta ecuación se llevó a cabo con ayuda de una planilla de cálculo, el cual arrojó una TIR de un 11.92%.

### 3.10.5 Método de la relación beneficio- costo

El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad. La relación costo-beneficio (B/C), también conocida como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir los beneficios netos que ofrecen los ahorros energéticos (flujos de ingresos del proyecto), y el valor actual de los costos de inversión del proyecto (egresos del proyecto).

$$RBC = \frac{B}{CP} = \frac{\sum A_{en} * (1+i)}{CP}$$

En donde:

RBC: Relación Beneficio Costo

B: Beneficio del Proyecto

AEM: Ahorros del proyecto en energía mensual

CP: Costo neto del proyecto (Inversión)

*i*: Tasa de descuento del Mercado para Proyectos de Eficiencia Energética

Si el análisis costo-beneficio resulta mayor que la unidad ( $RBC > 1$ ), el proyecto se considera rentable.

$$BC = \frac{RD\$ 7,351,587 * (1 + 11.75)}{RD\$ 46,401,914.64} = 2.02$$

Dado que el indicador B/C resultó ser superior a la unidad, se establece la viabilidad financiera de esta propuesta. De manera más específica, significa que por cada peso (RD\$) que sea invertido, dicho peso (RD\$) se recuperará a la tasa de descuento de 11.75% fijada, y que además se obtendrá una ganancia adicional de RD\$ 1.02 por cada peso (RD\$) invertido.

### **3.11 Financiamiento del proyecto |**

En caso de que la empresa decida financiar el proyecto con el banco de reservas podría obtener una tasa de 10% anual que a 12 años pagaría mensualmente RD\$ 567, 508.235 este monto es menor al monto de ahorro consumo energético mensual con los paneles solares.

**Tabla 22. Financiamiento del proyecto**

Año	PAGOS			CAPITAL VIVO
	CUOTA	INTERES	AMORTIZACION	
0	RD\$0,00	RD\$0,00	RD\$0,00	RD\$ -
1	RD\$6.810.098,82	RD\$4.640.191,46	RD\$2.169.907,36	RD\$ 44.232.007,28
2	RD\$6.810.098,82	RD\$4.423.200,73	RD\$2.386.898,09	RD\$ 41.845.109,19
3	RD\$6.810.098,82	RD\$4.184.510,92	RD\$2.625.587,90	RD\$ 39.219.521,29
4	RD\$6.810.098,82	RD\$3.921.952,13	RD\$2.888.146,69	RD\$ 36.331.374,60
5	RD\$6.810.098,82	RD\$3.633.137,46	RD\$3.176.961,36	RD\$ 33.154.413,24
6	RD\$6.810.098,82	RD\$3.315.441,32	RD\$3.494.657,50	RD\$ 29.659.755,75
7	RD\$6.810.098,82	RD\$2.965.975,57	RD\$3.844.123,24	RD\$ 25.815.632,50
8	RD\$6.810.098,82	RD\$2.581.563,25	RD\$4.228.535,57	RD\$ 21.587.096,93
9	RD\$6.810.098,82	RD\$2.158.709,69	RD\$4.651.389,13	RD\$ 16.935.707,81
10	RD\$6.810.098,82	RD\$1.693.570,78	RD\$5.116.528,04	RD\$ 11.819.179,77
11	RD\$6.810.098,82	RD\$1.181.917,98	RD\$5.628.180,84	RD\$ 6.190.998,93
12	RD\$6.810.098,82	RD\$619.099,89	RD\$6.190.998,93	RD\$ (0,00)

Fuente: Elaboración propia.

### 3.11.1 Ganancia de la propuesta sistema fotovoltaico

Al finalizar los 12 años y haber pagado el proyecto totalmente, tomando en cuenta la inflación del **2.34%** durante el año 2015 del Banco de Reservas la empresa estaría generando ganancias en su ahorro energético de aproximadamente 12 millones de pesos mensuales.

**Tabla 23. Ganancia del sistema fotovoltaico.**

PRODUCCION ENERGETICA				
Año	Precio Energía (RD\$/kWh)	Generacion de Energía		Reducción Emisiones de CO <sub>2</sub> (KgCO <sub>2</sub> )
		Energía Producida (kWh)	Ahorro por Generacion (RD\$)	
0	-	0	0	0
1	7,380	996.150,00	7.351.587,00	653.474,40
2	7,553	996.150,00	7.523.614,14	653.474,40
3	7,729	996.150,00	7.699.666,71	653.474,40
4	7,910	996.150,00	7.879.838,91	653.474,40
5	8,095	996.150,00	8.064.227,14	653.474,40
6	8,285	996.150,00	8.252.930,05	653.474,40
7	8,479	996.150,00	8.446.048,62	653.474,40
8	8,677	996.150,00	8.643.686,15	653.474,40
9	8,880	996.150,00	8.845.948,41	653.474,40
10	9,088	996.150,00	9.052.943,60	653.474,40
11	9,301	996.150,00	9.264.782,48	653.474,40
12	9,518	996.150,00	9.481.578,39	653.474,40
13	9,741	996.150,00	9.703.447,33	653.474,40
14	9,969	996.150,00	9.930.507,99	653.474,40
15	10,202	996.150,00	10.162.881,88	653.474,40
16	10,441	996.150,00	10.400.693,32	653.474,40
17	10,685	996.150,00	10.644.069,54	653.474,40
18	10,935	996.150,00	10.893.140,77	653.474,40
19	11,191	996.150,00	11.148.040,26	653.474,40
20	11,453	996.150,00	11.408.904,41	653.474,40
21	11,721	996.150,00	11.675.872,77	653.474,40
22	11,995	996.150,00	11.949.088,19	653.474,40
23	12,276	996.150,00	12.228.696,85	653.474,40
24	12,563	996.150,00	12.514.848,36	653.474,40
25	12,857	996.150,00	12.807.695,81	653.474,40
26	13,158	996.150,00	13.107.395,89	653.474,40
27	13,466	996.150,00	13.414.108,96	653.474,40
28	13,781	996.150,00	13.727.999,11	653.474,40
29	14,104	996.150,00	14.049.234,29	653.474,40
30	14,434	996.150,00	14.377.986,37	653.474,40

Fuente: Elaboración propia.

### **3.12 Evaluación medioambiental de la propuesta sistema fotovoltaico conectado a la RED.**

Para estimar el ahorro total de emisiones atribuibles al uso de un sistema fotovoltaico conectado a la RED, es necesario comparar el consumo energético ahorrado de la nave 15, a partir de esto calculamos la cantidad de CO<sub>2</sub> que no estará llegando al medio ambiente debido a que estos kWh serán generados por energía limpia, y conociendo la proyección anual de energía consumida para cada sistema de iluminación se calcula las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> con la utilización de lámparas LEDs alcanzarían:

$$EE = (996,150 \text{ kWh} * 0.6367 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}) / 1000 = 634.24 \text{ ton CO}_2$$

Este resultado revela una disminución de 634.24 toneladas de las emisiones de gases de efecto invernadero al medio ambiente con la utilización en un sistema fotovoltaico.

## CONCLUSION

El objetivo de este trabajo es proponer una metodología para efficientizar y reducir la energía consumida por la empresa Edwards Lifesciences mediante energía limpia con un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica, la cual cubra un gran porcentaje de los requisitos indispensables que son, una generación limpia de energía eléctrica por medio del sistema fotovoltaico, un ahorro económico considerable durante un periodo de tiempo; todo esto se podrá ver reflejado en la viabilidad y costo del sistema fotovoltaico, así como el tiempo de amortización del proyecto.

A raíz del levantamiento energético y después de la valoración del análisis de estos resultados, podemos evidenciar que el levantamiento energético efectuado reveló que el sistema de iluminación está compuesto por tecnologías fluorescente del tipo T8, las cuales son consideradas convencionales a raíz de su rendimiento y eficacia luminosa.

La proyección anual del consumo de energía del sistema de iluminación alcanza los 891,630.72 kWh anuales, que en términos porcentuales representa un 11 % del consumo energético total de la nave 15.

El periodo de trabajo de las luminarias de la nave 15 obedece a un régimen de 24 horas diarias, lo cual obliga tomar medidas de eficiencia energética y uso racional de la energía en este sistema.

El potencial ahorro energético que representa la reconversión tecnológica en el sistema de iluminación es de 609,678.72 kWh al año, que en términos monetarios representa un ahorro anual de RD\$ 4,450,080 en la factura eléctrica.

La viabilidad económica del reemplazo de las lámparas fluorescentes por lámparas LEDs según los cálculos efectuados de costo y retorno serán recuperados en 3 meses. Ya que el monto efectuado por la compra de estas lámparas es de RD\$ 1, 075,178.03 en consumo energético mensual la empresa se ahorraría 50.807 KW que en energía es un costo ahorrado de RD\$ 370,840 mensuales.

El uso de los interruptores de movimiento para las lámparas de oficinas, baños y área de comedor reducirá el tiempo de operación horaria de 24 horas aproximadamente a 8 horas diarias en estas áreas.

La emisión de gases de efecto invernadero disminuirá en un 70%, los cuales una vez cuantificados alcanzaron las 389.32 toneladas de CO<sub>2</sub> que se dejarían de emitir a la atmósfera anualmente por el sistema de iluminación.

La generación de energía eléctrica Limpia por medio de los paneles fotovoltaicos, representa un ahorro económico considerable durante un periodo de tiempo esto se podrá ver reflejado en la viabilidad y costo del sistema fotovoltaico, así como el tiempo de amortización del proyecto.

En la metodología propuesta el costo total del sistema fotovoltaico es de RD\$46.401.914,64 que incluye los costos de mano de obra y del equipo que se utilizará para la instalación del sistema fotovoltaico. Donde este sistema genera al

año 996,150 kWh lo que es igual RD\$ 7,351,587 de ahorro tomando como referencia la tarifa TDM2 de la Superintendencia de Energía Eléctrica SIE. Por lo tanto, el tiempo de amortización del proyecto es de 12 años utilizando un plan de financiamiento del Banco de Reservas de la Republica Dominicana, si la empresa desea costear el proyecto según los cálculos de amortización recuperaría su inversión de 5 años y 2 meses.

Los indicadores financieros utilizados; VPN, TIR, B/C, mostraron la viabilidad del proyecto sistema fotovoltaico inyectado a la red.

La emisión de gases de efecto invernadero disminuiría considerablemente, una vez cuantificados alcanzaron las 632.24 toneladas de CO<sub>2</sub> que se dejarían de emitir a la atmósfera anualmente.

## RECOMENDACIONES

Se puede apreciar en el cálculo económico la inversión inicial sugerida para implementar el proyecto de cambio de luminarias es atractiva, por tanto, se recomienda que realice lo antes posible este cambio de lámparas fluorescentes a LED. El retorno de esta inversión se notará considerablemente y se convertirá en ganancias a partir de un margen de tiempo de 3 meses.

Recomendamos la extensión del proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a luminarias LED en la nave 11, para reducir el consumo energético en toda la empresa.

Para la continuidad del uso de la energía limpia y la reducción de los gases de CO<sub>2</sub> emitidos al medio ambiente, recomendamos que sea techada el área de parqueos con una construcción metálica que permita la instalación de un proyecto de energía Fotovoltaica, ya que posee una dimensión de 3,203 m<sup>2</sup> los cuales pueden ser aprovechados para expansión del sistema fotovoltaico inyectado a la red de la empresa Edwards Lifesciences.

Se recomienda que las autoridades de Edwards Lifesciences soliciten a la Comisión Nacional de Energía, que realice jornadas de concienciación en el uso racional de energía a los empleados, a través de su Programa Difusión de Eficiencia Energética que llevan a cabo en instituciones privadas.

## GLOSARIO

- CDE: Corporación Dominicana de Electricidad
- CNE: Comisión Nacional de Energía
- EE: Eficiencia Energética
- ER: Energía Renovable
- USAID: Agencia de Los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
- A: Amperios
- V: Voltaje
- KW: Kilowatt
- KVAR: Potencia Reactiva
- FP: Factor de Potencia
- KWH: Kilowatt Hora
- Wp: Watt Pico
- TIR: Indicador tasa interna de retorno
- HSA: Horas Solares pico Anuales en R.D
- Megóhmetro o megger: hace referencia a un instrumento para la medida del aislamiento eléctrico en alta tensión.
- Luxómetro: es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es el lux (lx).
- Torre de enfriamiento: Conforme a lo estipulado en el artículo Torres de Enfriamiento, publicado por José Manuel Mamani, 2014 este señala que; su

función es la dispersión del calor del agua, que involucre conjuntamente los fenómenos de transferencia de calor y de masa (evaporación controlada por el contacto directo del agua con el aire).

- Sistema de aire comprimido: Conforme a lo estipulado en el artículo Sistema de aire comprimido, publicado por César Nieto Londoño este señala que; Es un grupo de equipos y accesorios con una disposición específica, con el fin de proporcionar un caudal de aire determinado, a unas condiciones de presión y calidad de acuerdo con los requerimientos de la empresa.
- Sistema de bombas de vacío: Se encargan de extraer moléculas de gases no deseados dentro de la zona controla.
- Bombas de agua helada: estas se encargan de recircular el agua helada proveniente del evaporador del chiller supliendo así los sistemas de enfriamiento en las diferentes áreas.

## REFERENCIAS

Cochon, M. (2013). Evolucion del Sistema Electrico Dominicano .

*edwards*. (2016). Obtenido de

<http://www.edwards.com/es/sharedpages/Pages/ourhistory.aspx>

Efraín Peña, L. B. (2007). El mercado de Carbono. *Mundo*, 27-29.

Energia Solar Fotovoltaica. (1999). *Revista pesquera*, 26.

Gerardo, I. E. (18 de Octubre de 2016). (J. Ayala, Entrevistador)

Lorenzo, E. (1994). *Electricidad Solar* . Progenisa.

Mesa, M. (Noviembre de 2015). *upcommons*. Obtenido de

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/84939/TFM%20-%20Mariel%20Mesa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mesa, M. (s.f.). *upcommons*. Obtenido de

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/84939/TFM%20-%20Mariel%20Mesa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

*omg*. (2012). Obtenido de

<http://www.omg.com.do/files/Uploads/Documents/Ley%20No.%20112-00,%20De%20Hidrocarburos.pdf>

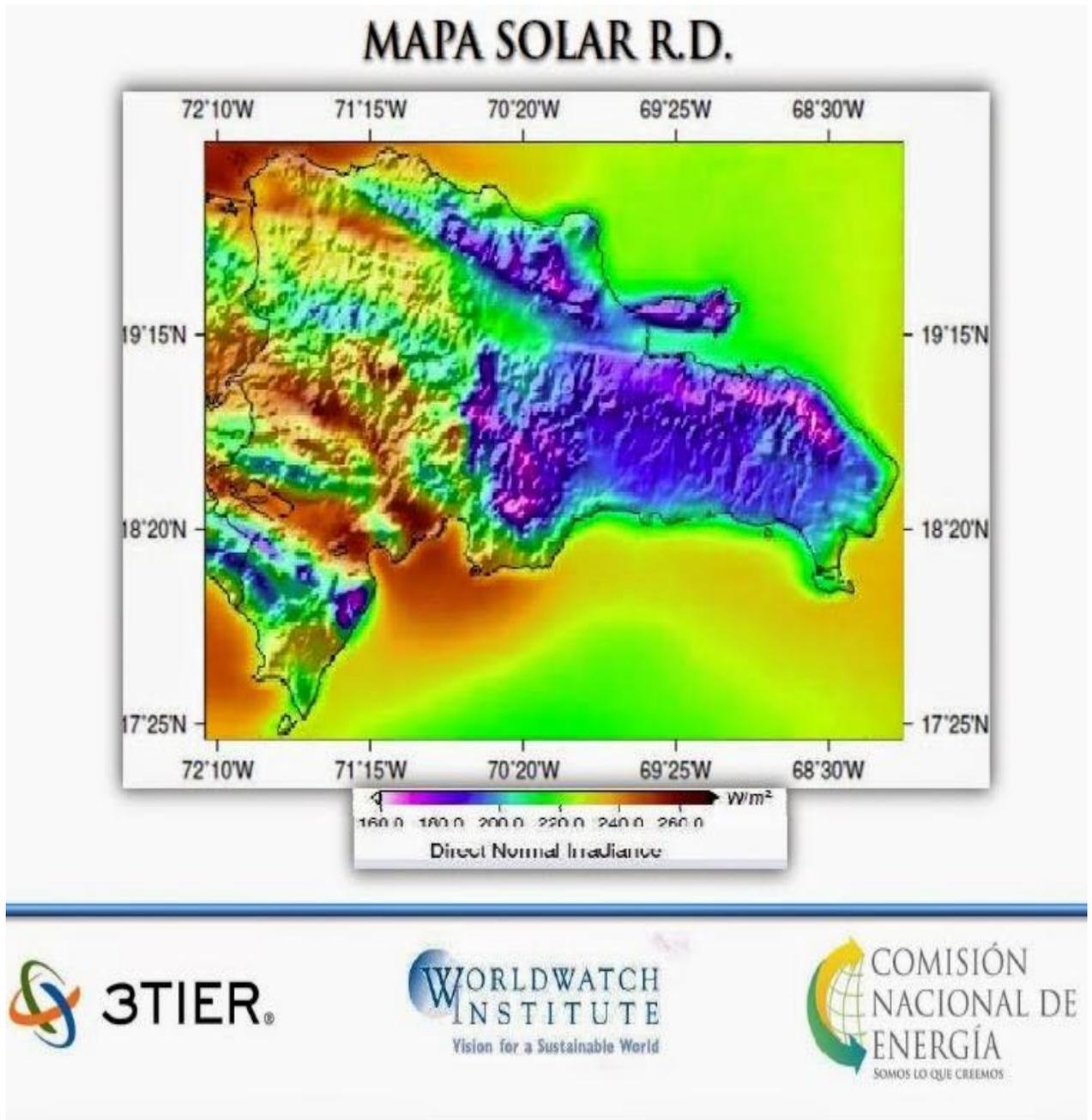
Portero, A. V. (Noviembre de 2009). *e-archivo*. Obtenido de [http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/9063/Instalacion\\_fotovoltaica\\_de\\_200kW\\_en\\_un\\_edificio.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/9063/Instalacion_fotovoltaica_de_200kW_en_un_edificio.pdf?sequence=1)

Rivas, P. (15 de 11 de 2016). *instalacionesyeficienciaenergetica*. Obtenido de <http://instalacionesyeficienciaenergetica.com/instrumentos-de-medida-en-las-auditorias-energeticas/>

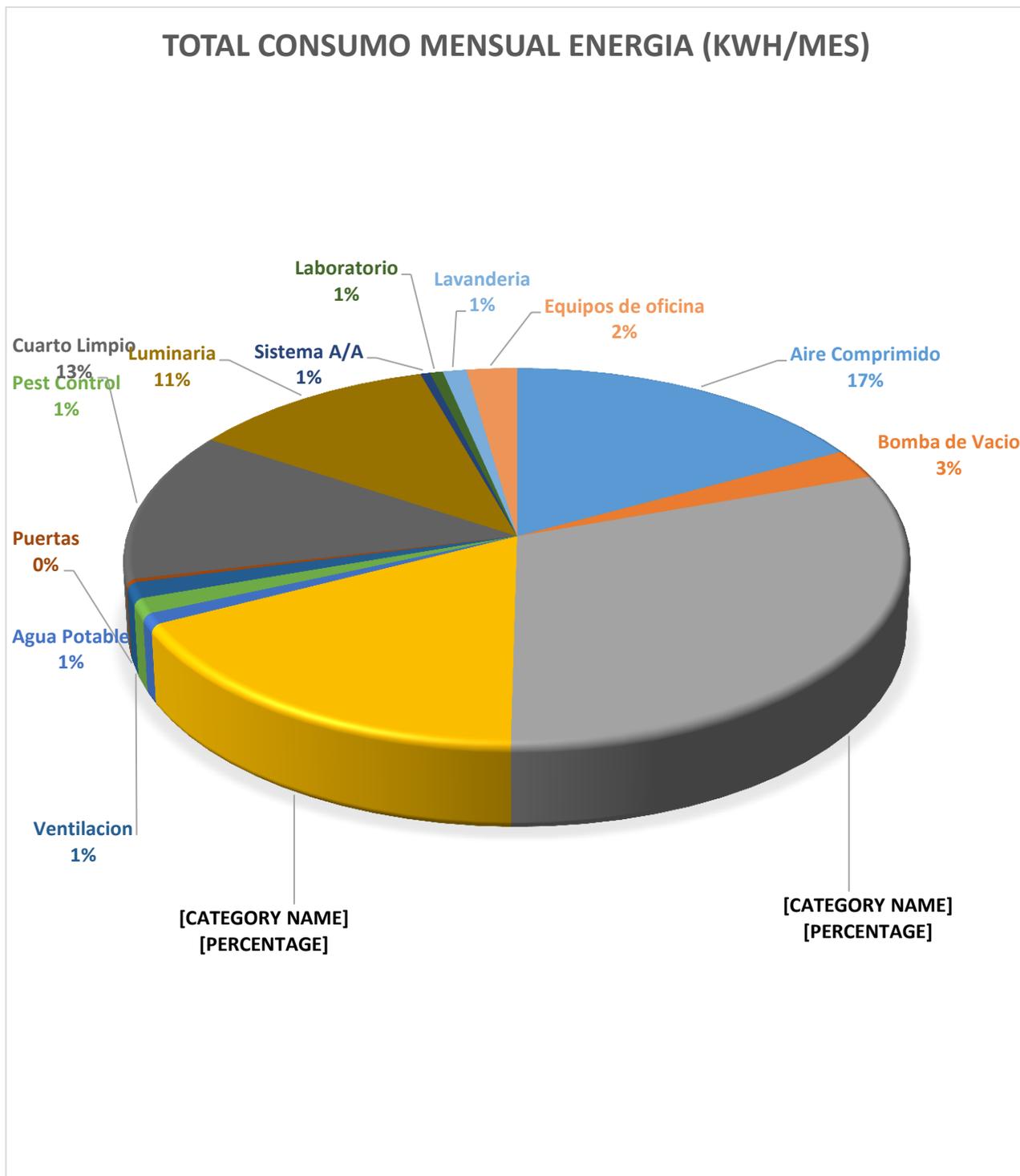
Soler, J. (2009). *Guia Tecnica de Eficiencia Energetica Electrica*. España: Circuitos S.A.

## ANEXOS

Anexo No.1: Figura 5. Mapa solar Republica Dominicana, Fuente: CNE



Anexo No.2: Grafico de consumo mensual de energía (KWH/mes) fuente: elaboración propia.



Anexo No.3: Cuadro tarifario: Figura 19. Cuadro Tarifario SIE, Fuente: Resolución SIE-082-2016-TF



**R E S O L U C I Ó N :**

**ARTÍCULO 1: ESTABLECER** el Cuadro Tarifario del mes de Octubre 2016 correspondiente a las empresas EDESUR, EDEESTE y EDENORTE para los USUARIOS DEL SERVICIO PÚBLICO DE DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD servidos desde circuitos interconectados al SENI; en este cuadro se establecen: (i) Las Tarifas Indexadas para el mes de Octubre de 2016; y, (ii) Las Tarifas a ser Aplicadas a dichos usuarios en las facturas que se emitan entre el día primero (1°) y el día treinta y uno (31) del mes de Octubre de 2016:

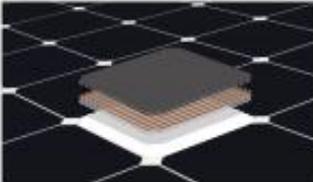
TARIFA	CONCEPTO	TARIFA BASE	MES OCTUBRE - 2016		% SUBSIDIO FETE
		SEPTIEMBRE 2003	TARIFAS INDEXADAS (RD\$)	TARIFAS A APLICAR A USUARIOS (RD\$)	
BTS1	<b>Cargo Fijo por Rangos de Consumo:</b>				
	(i) Consumo mensual de 0 hasta 100 kWh	20.76	31.61	<b>37.95</b>	-20.06%
	(ii) Consumo mensual de 101 kWh en adelante	75.07	114.31	<b>137.25</b>	-20.07%
	<b>Cargos por Energía:</b>				
	(i) Los primeros kWh entre 0 y 200	5.04	7.67	<b>4.44</b>	42.13%
BTS2	(ii) Los siguientes kWh entre 201 y 300	5.04	7.67	<b>6.97</b>	9.18%
	(iii) Los siguientes kWh entre 301 y 700	6.21	9.46	<b>10.86</b>	-14.85%
	(iv) Consumo de 701 kWh o mayor, todos los kWh a	6.21	9.46	<b>11.10</b>	-17.34%
	<b>Cargo Fijo</b>	51.11	77.83	<b>137.67</b>	-76.88%
BTD	<b>Cargos por Energía:</b>				
	(i) Los primeros kWh entre 0 y 200	5.04	7.67	<b>5.97</b>	22.13%
	(ii) Los siguientes kWh entre 201 y 300	5.04	7.67	<b>8.62</b>	-12.37%
	(iii) Los siguientes kWh entre 301 y 700	6.21	9.46	<b>11.30</b>	-19.42%
	(iv) Consumo de 701 kWh o mayor, todos los kWh a	6.21	9.46	<b>11.49</b>	-21.46%
BTH	<b>Cargo Fijo</b>	117.87	179.49	<b>224.53</b>	-25.10%
	<b>Energía</b>	4.03	6.14	<b>7.37</b>	-20.02%
	<b>Potencia Máxima</b>	543.68	827.90	<b>993.99</b>	-20.06%
MTD1	<b>Cargo Fijo</b>	89.88	136.87	<b>224.53</b>	-64.05%
	<b>Energía</b>	3.96	6.03	<b>7.26</b>	-20.36%
	<b>Potencia Máxima fuera de punta</b>	138.57	211.01	<b>253.35</b>	-20.06%
	<b>Potencia Máxima en horas de punta</b>	772.73	1,176.69	<b>1,412.74</b>	-20.06%
MTD2	<b>Cargo Fijo</b>	117.87	179.49	<b>224.53</b>	-25.10%
	<b>Energía</b>	4.03	6.14	<b>7.81</b>	-27.24%
	<b>Potencia Máxima</b>	229.65	349.70	<b>485.98</b>	-38.97%
MTH	<b>Cargo Fijo</b>	117.87	179.49	<b>224.53</b>	-25.10%
	<b>Energía</b>	4.03	6.14	<b>7.38</b>	-20.20%
	<b>Potencia Máxima</b>	170.26	259.27	<b>340.39</b>	-31.29%
	<b>Cargo Fijo</b>	89.88	136.87	<b>224.53</b>	-64.05%
MTH	<b>Energía</b>	3.96	6.03	<b>7.26</b>	-20.36%
	<b>Potencia Máxima fuera de punta</b>	53.23	81.06	<b>97.33</b>	-20.08%
	<b>Potencia Máxima en horas de punta</b>	538.9	820.62	<b>985.26</b>	-20.06%

**Párrafo I:** Las Tarifas Indexadas fueron calculadas aplicando los siguientes valores: (i) CPI =240.853; (ii) Tasa de Cambio = RD\$46.0849 por US\$ (promedio del 24 de agosto al 21 de septiembre del 2016, publicada por el Banco Central el 25 de septiembre); (iii) Precio Fuel Oil No.6 con 3% Azufre = US\$34.3700/bbl; (iv) Precio Carbón Mineral = US\$44.48/ton, correspondiente al primer semestre del año 2016; (v) Precio Gas Natural = US\$2.7633/ MMBTU; (vi) Índice de Cobranza = 0.810; (vii) Participaciones combustibles en generación del SENI aplicadas, corresponden a promedios del periodo febrero - agosto de 2014: PF = 42.80%; PC = 18.56%; PGN = 38.64%.

**SUNPOWER**  
MORE ENERGY. FOR LIFE.™
**X-SERIES SOLAR PANELS**



- **21.5% efficiency**  
Ideal for roofs where space is at a premium or where future expansion might be needed.
- **Maximum performance**  
Designed to deliver the most energy in demanding real world conditions, in partial shade and hot rooftop temperatures.<sup>1, 2, 3</sup>
- **Premium aesthetics**  
SunPower® Signature™ Black X-Series panels blend harmoniously into your roof. The most elegant choice for your home.



**Maxeon® Solar Cells: Fundamentally better.**  
Engineered for performance, designed for durability.

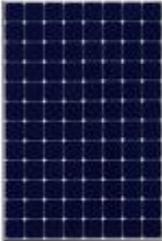
**Engineered for peace of mind**  
Designed to deliver consistent, trouble-free energy over a very long lifetime.<sup>4, 5</sup>

**Designed for durability**  
The SunPower Maxeon Solar Cell is the only cell built on a solid copper foundation. Virtually impervious to the corrosion and cracking that degrade Conventional Panels.<sup>4, 5</sup>  
Same excellent durability as E-Series panels.  
**#1 Ranked** in Fraunhofer durability test.<sup>10</sup>  
**100% power** maintained in Atlas 25+ comprehensive PVDI Durability test.<sup>11</sup>

UNMATCHED PERFORMANCE, RELIABILITY & AESTHETICS



SIGNATURE™ BLACK  
X21 - 335 PANEL



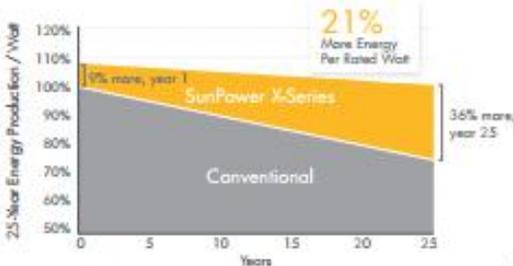
X21 - 345 PANEL



**X21**  
SERIES

**HIGHEST EFFICIENCY<sup>6</sup>**  
**Generate more energy per square foot**  
X-Series residential panels convert more sunlight to electricity producing 44% more power per panel,<sup>1</sup> and 75% more energy per square foot over 25 years.<sup>3, 4</sup>

**HIGHEST ENERGY PRODUCTION<sup>7</sup>**  
**Produce more energy per rated watt**  
High year one performance delivers 8-10% more energy per rated watt.<sup>3</sup> This advantage increases over time, producing 21% more energy over the first 25 years to meet your needs.<sup>4</sup>

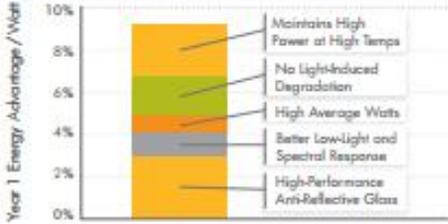


Year	SunPower X-Series	Conventional
0	100%	100%
1	108%	100%
25	121%	79%

21% More Energy Per Rated Watt

10% more, year 1

36% more, year 25



Component	Contribution (%)
Maintains High Power at High Temps	~1.5%
No Light-Induced Degradation	~1.5%
High Average Watts	~1.5%
Better Low-Light and Spectral Response	~1.5%
High-Performance Anti-Reflective Glass	~1.5%
<b>Total Advantage</b>	<b>~6%</b>

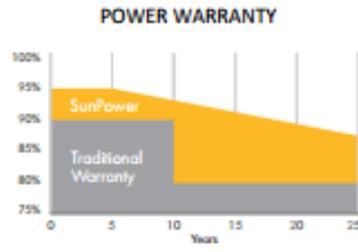


Most Durable PV Product  
Awarded to SunPower Maxeon  
Maxeon Solar Panels  
www.energy.gov

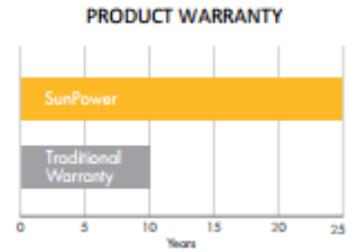
sunpowercorp.com



SUNPOWER OFFERS THE BEST COMBINED POWER AND PRODUCT WARRANTY



More guaranteed power: 95% for first 5 years, -0.4%/yr. to year 25.<sup>1</sup>



Combined Power and Product Defect 25 year coverage that includes panel replacement costs.<sup>2</sup>

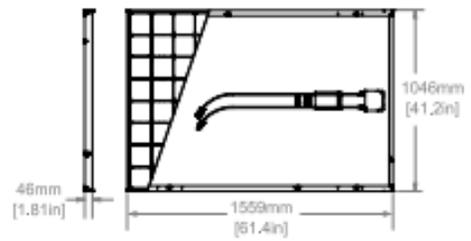
ELECTRICAL DATA		
	X21-335-BLK	X21-345
Nominal Power <sup>12</sup> (Prom)	335 W	345 W
Power Tolerance	+5/-0%	+5/-0%
Avg. Panel Efficiency <sup>13</sup>	21.1%	21.5%
Rated Voltage (Vmp)	57.3 V	57.3 V
Rated Current (Imp)	5.85 A	6.02 A
Open-Circuit Voltage (Voc)	67.9 V	68.2 V
Short-Circuit Current (Isc)	6.23 A	6.39 A
Maximum System Voltage	600 V UL ; 1000 V IEC	
Maximum Series Fuse	20 A	
Power Temp Coef. (Pmp)	-0.30% / °C	
Voltage Temp Coef. (Voc)	-167.4 mV / °C	
Current Temp Coef. (Isc)	3.5 mA / °C	

OPERATING CONDITION AND MECHANICAL DATA	
Temperature	-40°F to +185°F [-40°C to +85°C]
Max load	Wind: 50 psf, 2400 Pa, 245 kg/m <sup>2</sup> front & back Snow: 112 psf, 5400 Pa, 550kg/m <sup>2</sup> front
Impact resistance	1 inch (25 mm) diameter hail at 52 mph (23 m/s)
Appearance	Class A+
Solar Cells	96 Monocrystalline Maxeon Gen III Cells
Tempered Glass	High Transmission Tempered Anti-Reflective
Junction Box	IP-65 Rated
Connectors	MC4 Compatible
Frame	Class 1 black anodized, highest AAMA Rating
Weight	41 lbs (18.6 kg)

TESTS AND CERTIFICATIONS	
Standard tests	UL 1703, IEC 61215, IEC 61730
Quality tests	ISO 9001:2008, ISO 14001:2004
EHS Compliance	RoHS, OHSAS 18001:2007, lead-free
Ammonia test	IEC 62716
Salt Spray test	IEC 61701 (passed maximum severity)
PID test	Potential-Induced Degradation free: 1000V <sup>10</sup>
Available listings	CEC, UL, TUV, MCS

REFERENCES:

- All comparisons are SPR-X21-345 vs. a representative conventional panel: 240W, approx. 1.6 m<sup>2</sup>, 15% efficiency.
- PVEvaluation Labs "SunPower Shading Study," Feb 2013.
- Typically 8-10% more energy per watt, BEW/DNV Engineering "SunPower Yield Report," Jan 2013, with CPV Solar Test Lab Report #12063, Jan 2013 temp. coef. calculation.
- SunPower 0.25%/yr degradation vs. 1.0%/yr conv. panel. Compeau, Z. et al. "SunPower Module Degradation Rate," SunPower white paper, Feb 2013; Jordan, Dirk "SunPower Test Report," NREL, Oct 2012.
- "SunPower Module 40-Year Useful Life" SunPower white paper, Feb 2013. Useful life is 99 out of 100 panels operating at more than 70% of rated power.
- Higher than E-Series which is highest of all 2600 panels listed in Photon Int'l, Feb 2012.
- 1% more energy than E-Series panels, 8% more energy than the average of the top 10 panel companies tested in 2012 (151 panels, 102 companies), Photon Int'l, Mar 2013.
- Compared with the top 15 manufacturers. SunPower Warranty Review, Feb 2013.
- Some exclusions apply. See warranty for details.
- X-Series same as E-Series, 5 of top 8 panel manufacturers were tested by Fraunhofer ISE, "PV Module Durability Initiative Public Report," Feb 2013.
- Compared with the non-stress-tested control panel. X-Series same as E-Series, tested in Atlas 25+ Durability test report, Feb 2013.
- Standard Test Conditions (1000 W/m<sup>2</sup> irradiance, AM 1.5, 25° C).
- Based on average of measured power values during production.



See <http://www.sunpowercorp.com/facts> for more reference information.

For further details, see extended datasheet: [www.sunpowercorp.com/datasheet](http://www.sunpowercorp.com/datasheet). Read safety and installation instructions before using this product.

© April 2013 SunPower Corporation. All rights reserved. SUNPOWER, the SUNPOWER logo, MAXEON, MORE ENERGY. FOR LIFE., and SINGULUS are trademarks or registered trademarks of SunPower Corporation. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice. [sunpowercorp.com](http://www.sunpowercorp.com)

Document # 504828 Rev A\_A1R\_01

ANEXO No.5: **Figura 20. Inversor sunny boy tripower 60, Fuente: Catalogo sunny boy tripower 60**



SUNNY TRIPOWER 60



<p><b>Rentable</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 98,8% de rendimiento máximo</li> <li>• la mayor densidad de potencia por 60 kW con solo 75 kg de peso</li> </ul>	<p><b>Seguro</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La mayor disponibilidad de la planta por unidades de 60 kW</li> <li>• SMA Inverter Manager como unidad de control central</li> </ul>	<p><b>Flexible</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensión de entrada de CC hasta 1000 V</li> <li>• Soluciones de CC flexibles mediante cajas de conexión del generador específicas para el cliente</li> </ul>	<p><b>Innovador</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema pionero</li> </ul>
--	--	---	---

## SUNNY TRIPower 60

Lo mejor de dos mundos

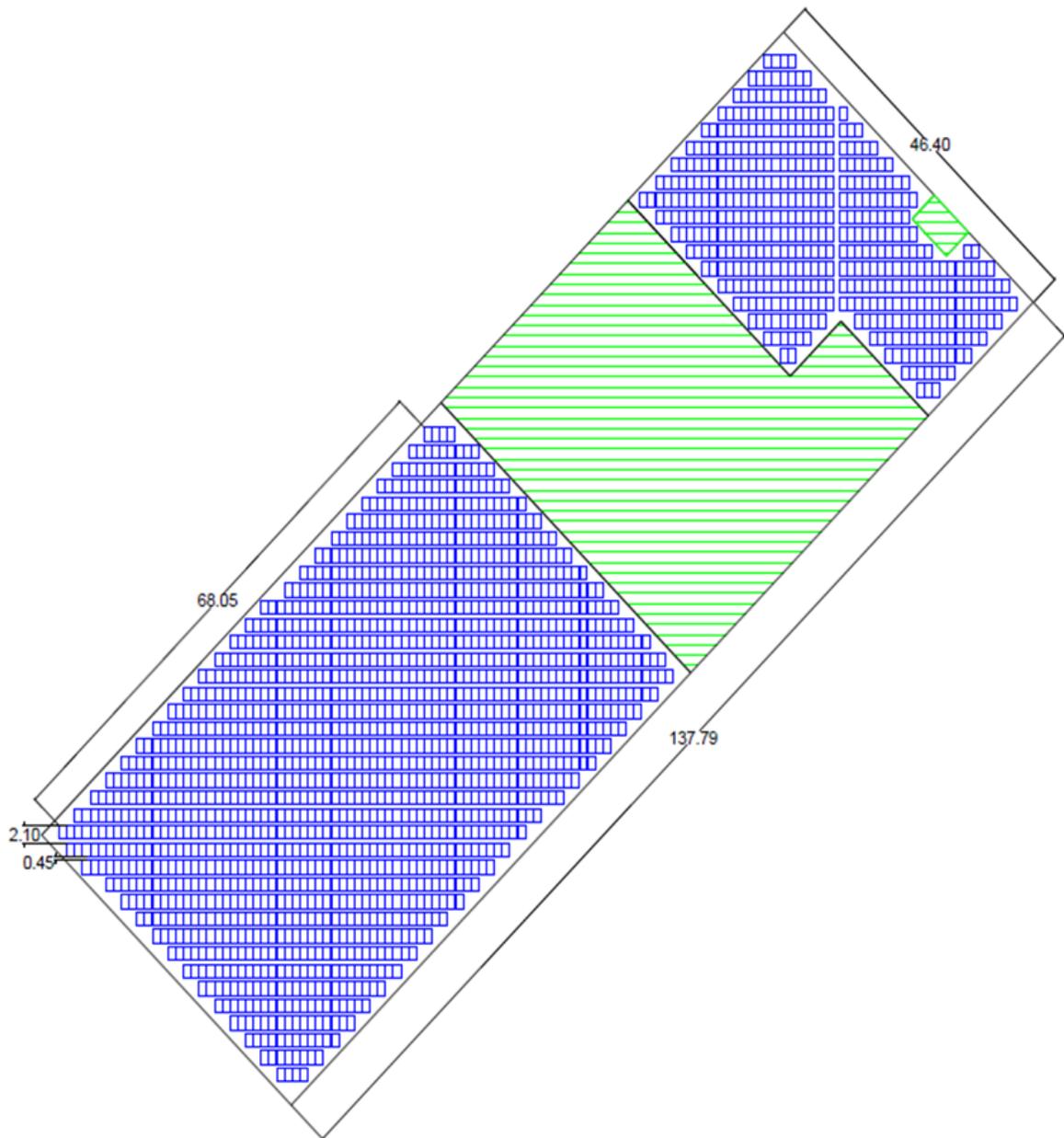
El nuevo Sunny Tripower 60 forma parte de una solución innovadora y global para plantas fotovoltaicas comerciales e industriales. La solución une las ventajas de una composición de planta descentralizada con las de los sistemas con inversores centrales, para combinar lo mejor de los dos mundos. Un alto rendimiento, un diseño flexible de la planta, una instalación y puesta en marcha sencillas así como unos bajos costes de mantenimiento contribuyen de forma decisiva a reducir los costes operativos de todo el sistema.



ANEXO No.6: Figura 16. Diseño de paneles fotovoltaicos. Fuente: Google Earth.



**ANEXO No.7: Figura 22. Dimensiones de diseño de paneles fotovoltaicos.**  
Fuente: Elaboración propia.



**Anexo No.8: Figura 18. Diseño de instalación de modelos solares. Fuente: Elaboración propia.**

